

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Alfran Tellechea Martini

**INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS
CONFORME A NORMA ISO 16122**

Santa Maria, RS
2017

Alfran Tellechea Martini

**INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS CONFORME A
NORMA ISO 16122**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Schlosser

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Martini, Alfran Tellechea
Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas conforme a Norma ISO 16122 / Alfran Tellechea Martini.- 2017.
190 p.; 30 cm

Orientador: José Fernando Schlosser
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2017

1. Qualidade da Pulverização 2. Máquinas Aplicadoras de Agrotóxicos 3. Inspeção Periódica de Pulverizadores I. Schlosser, José Fernando II. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Alfran Tellechea Martini. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Avenida Humberto de Alencar Castelo Branco, n. 1400, Bairro Cidade Alta, Itaqui, RS. CEP: 97650-000

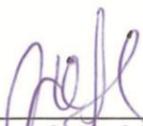
Fone (0xx)55 99975 4356; E-mail: alfrantm@gmail.com

Alfran Tellechea Martini

**INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS CONFORME A
NORMA ISO 16122**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Agrícola**.

Aprovado em 23 de fevereiro de 2017:



José Fernando Schlosser, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



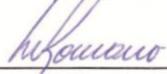
Alexandre Russini, Dr. (UNIPAMPA)



Walter Boller, Dr. (UPF)



Valmir Werner, Dr. (UFSM)



Leonardo Nabaes Romano, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2017

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Ovidio Pinto Martini e Monica Tellechea Martini, ao meu irmão Maurício Tellechea Martini e a todos meus familiares ofereço e dedico este trabalho como forma de gratidão aos ensinamentos que me foram passados, ao carinho recebido, ao incentivo em sempre buscar algo melhor e, principalmente, ao apoio recebido em todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção, serenidade nas escolhas, sabedoria e por sua presença constante em minha vida, guiando meus passos e proporcionando calma e conforto nas horas difíceis.

À minha família, por ser o alicerce de minha vida, pela dedicação, pelo amor, carinho, pelos ensinamentos que me guiam, proporcionando fazer as escolhas certas e pelas horas de convivência que foram suprimidas.

À minha namorada Flávia Michelin Dalla Nora, pelo companheirismo, afeto, apoio e dedicação recebida.

Ao professor José Fernando Schlosser, pela amizade, dedicação, pelos ensinamentos, convívio e orientação durante o curso de Doutorado.

Aos professores e amigos do Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas pela troca de conhecimento e apoio recebido.

À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de realização do curso de Pós-graduação. Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola pela oportunidade de realização do Doutorado.

À CAPES pelo apoio financeiro na condução da pesquisa e pela bolsa concedida.

Aos colegas do Laboratório de Agrotecnologia Gustavo Oliveira dos Santos, Marcelo Silveira de Farias, Juan Paulo Barbieri, Javier Solis Estrada, Gilvan Moisés Bertollo, Iury Rüdell, Luis Fernando Vargas de Oliveira, Giácomo Müller Negri, Jeovane dos Santos, Juliane Damasceno, Daniela Herzog, Eduardo Druzian e Rovian Bertinatto pelo convívio, amizade e auxílio na execução das atividades.

Aos estimados amigos Marco Aurélio Santana Tristão, Beatriz Bittencourt Tristão, Mara Carvalho, Roberto Ferreira, Marta Ferreira, Reni Barbieri e Geni Barbieri pelas palavras, acolhida, amizade, companhia e ajuda recebida.

Ao departamento técnico da Aero Agrícola Itaquiense e da EMATER/RS, em especial aos amigos Sérgio Passamani, Sérgio Passamani Filho, Lucas Passamani, Luiz Antonio Rocha Barcellos e Leonardo Basso Brondani pela incansável ajuda na divulgação do projeto e acesso aos produtores rurais.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

“Não importa o que você seja, quem você seja, ou que deseje na vida, a ousadia em ser diferente reflete na sua personalidade, no seu caráter, naquilo que você é. E é assim que as pessoas lembrarão de você um dia”.

(Ayrton Senna)

RESUMO

INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS CONFORME A NORMA ISO 16122

AUTOR: Alfran Tellechea Martini
ORIENTADOR: José Fernando Schlosser

O desenvolvimento do setor primário, por meio da expansão das áreas de cultivo e o aumento dos índices produtivos, aumentaram a demanda do uso de agrotóxicos. Isso reflete em problemas relacionados à ineficiência das aplicações, tornando-se um ponto importante a ser estudado, principalmente, ao que se refere à precisão das pulverizações. Tendo em vista a necessidade de reduzir a contaminação ambiental e elevar a eficiência e qualidade das aplicações de agrotóxicos, o presente trabalho teve por objetivo a avaliação de pulverizadores agrícolas por meio da inspeção técnica, baseada na norma ISO 16122 de forma inédita no Brasil. Para isto, uma equipe do Laboratório de Agrotecnologia da Universidade Federal de Santa Maria deslocou-se por nove municípios do estado do Rio Grande do Sul contemplando as regiões, Central e Fronteira Oeste. Foram inspecionados pulverizadores acoplados ao sistema hidráulico de três pontos e à barra de tração de tratores agrícolas, totalizando 56 pulverizadores, os quais foram avaliados utilizando a metodologia descrita na norma ISO 16122 e suas partes. Com base nos resultados obtidos, foi possível observar que o estado de uso e conservação dos pulverizadores agrícolas inspecionados é considerado grave, pois 67,85% dos casos apresentaram-se desconformes, 26,79% apresentaram conformidade parcial e somente 5,35% foram classificados como conformes à metodologia utilizada. Os problemas mais graves encontrados estão relacionados, principalmente, à segurança do operador e à contaminação ambiental, uma vez que 41,07% dos pulverizadores não apresentaram a proteção da árvore cardânica e 33,93% não possuíam a proteção de correias e polias. Além disso, em 46,43% das amostras houve a presença de vazamentos estáticos e 87,50% apresentaram vazamentos dinâmicos. Ainda, em 71,43% dos casos não havia o reservatório de água limpa para lavagem das embalagens rígidas. Considerando os problemas mais frequentes relacionados à atividade de aplicação, pode-se constatar que em 64,29% das avaliações a precisão do manômetro foi considerada grave e, em 73,21% das ocorrências, a distribuição transversal da barra de pulverização também foi considerada grave. Isso está relacionado, principalmente, ao elevado erro de espaçamento entre bicos e ao desgaste das pontas de pulverização, o que afetou o volume de aplicação em 76,79% dos equipamentos. Além dos itens já relacionados, também foi observado que em 69,64% dos pulverizadores inspecionados, a TDP era utilizada com rotação aquém da recomendada. Sendo assim, pode-se concluir que há necessidade de que as inspeções de pulverizadores agrícolas tornem-se obrigatórias no Brasil.

Palavras-chave: Qualidade da Pulverização. Máquinas Aplicadoras de Agrotóxicos. Inspeção Periódica de Pulverizadores.

ABSTRACT

TECHNICAL INSPECTION OF AGRICULTURAL SPRAYERS ACCORDING TO STANDARD ISO 16122

AUTHOR: Alfran Tellechea Martini
ADVISOR: José Fernando Schlosser

The primary sector development by the expansion of cultivation areas and the increase in the productive indices promoted the increase of pesticide uses. That reflect in problems related to application inefficiency, making a important point to be studied mainly related to spray precision. Taking account the necessity in reduced the environmental contamination and increase the pesticides application quality, this work aimed conduct a project for agricultural sprayers inspection based on the norm ISO 16122 in the first time in Brazil. For this, a team of Laboratório de Agrotecnologia da Universidade Federal de Santa Maria moved innine towns in central and west frontier of Rio Grande do Sul state. Sprayers coupled to the traction bars of tractors and to hydraulic system of three points, totaling 56 sprayers were evaluated using the ISO 16122 standard any its parts. Based on the obtained results, was possible observed that the state of use and conservation of agricultural sprayers inspected were considered serious because 67.85% were discontent with the used methodology, 26.79% showed partial compliance and only 5.35% were classified in accordance with the used metodology. The most serious problems were related to the operator security and environmental contamination that showed 41.07% of sprayers without the cardan shaft and 33.93% of sprayers did not have belts and pulleys. In addition, 46.43% of the sprayers evaluated showed static leaks, 87.50% showed dynamic leaks. Even in 71.43% did not have clean water tank to washing rigid packaging. Considering the most common problems related to application activity, was verified that in 64.29% the pressure gauge accuracy was considered grave and in 73.21% the distribution of the spray bar was considered grave too. This is related mainly to the high nozzle spacing error and due the spray nozzle wear that affect the equipment application volume in 76.79%. Besides the mentioned items, was also observed that 69.64% of inspection sprayers the PTO rotation was lower than recommended. Therefore, it can be concluded that there is a need for agricultural sprayer inspections to become mandatory in Brazil.

Keywords: Spray Quality. Pesticide Applicator Machines. Periodic Inspection of Sprayers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Manômetro e caudalímetro digitais para determinação da pressão do sistema e vazão das pontas de pulverização.....	48
Figura 2 -	Manômetro analógico de precisão com escala de zero a seis bar.....	49
Figura 3 -	Manômetro analógico de precisão com escala de zero a 20 bar.....	49
Figura 4 -	Bancada para aferição do manômetro dos pulverizadores (A), manômetro de precisão com escala de zero a 20 bar (B).....	50
Figura 5 -	Estrutura para avaliação das pontas de pulverização.....	51
Figura 6 -	Estrutura para aferição dos manômetros de precisão.....	51
Figura 7 -	Conexões para instalação dos equipamentos (A), manômetro digital (B).....	52
Figura 8 -	Estrutura sem os equipamentos (A), estrutura com equipamentos fixados por meio da utilização de parafusos (B).....	53
Figura 9 -	Bancada desmembrada em duas partes para transporte (A), bancada montada para inspeção dos pulverizadores (B).....	54
Figura 10 -	<i>Layout</i> do software Correias Universal®.....	55
Figura 11 -	Estrutura para avaliação isolada das pontas de pulverização.....	56
Figura 12 -	Pulverizadores reunidos em local pré-determinado.....	57
Figura 13 -	Conjunto técnico de inspeção de pulverizadores agrícolas.....	58
Figura 14 -	Aquisição das coordenadas geográficas da propriedade por meio da utilização de GPS.....	60
Figura 15 -	Bancada para aferição do manômetro dos pulverizadores.....	63
Figura 16 -	Determinação da estabilidade horizontal de barra de pulverização... ..	64
Figura 17 -	Determinador digital (caudalímetro) da vazão das pontas de pulverização.....	66
Figura 18 -	Determinação da vazão das pontas de pulverização com a utilização do caudalímetro.....	67
Figura 19 -	Determinação da vazão das pontas de pulverização com a utilização de provetas graduadas.....	68
Figura 20 -	Mesa utilizada para avaliação da distribuição transversal das pontas de pulverização.....	69
Figura 21 -	Avaliação da pulsação de pressão da bomba de pulverização.....	70
Figura 22 -	Avaliação da queda de pressão do sistema.....	71
Figura 23 -	Avaliação da distribuição de pressão nas seções dos pulverizadores.....	72
Figura 24 -	Avaliação da rotação da TDP por meio da utilização do tacômetro digital.....	74
Figura 25 -	Distribuição espacial da abrangência do Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas.....	77
Figura 26 -	Área média aplicada por ano (ha) e utilização média (horas) dos pulverizadores inspecionados em cada município.....	79
Figura 27 -	Distribuição percentual das marcas comerciais dos pulverizadores agrícolas inspecionados.....	80
Figura 28 -	Distribuição dos pulverizadores quanto ao tempo de utilização (anos).....	81
Figura 29 -	Representação do comprimento médio da barra de pulverização (m) em cada município onde foram realizadas as inspeções.....	82

Figura 30 -	Comparativo da área média aplicada (ha) pelos pulverizadores acoplados ao sistema hidráulico de três pontos e na barra de tração do trator	83
Figura 31 -	Exposição de polias e correias sem proteção contra acidentes	87
Figura 32 -	Distribuição percentual da ocorrência de vazamento estático e dinâmico	88
Figura 33 -	Estratificação dos vazamentos estáticos presentes (gotejamento) ...	89
Figura 34 -	Estratificação dos vazamentos estáticos presentes (contínuo)	89
Figura 35 -	Estratificação dos vazamentos dinâmicos presentes (gotejamento) .	90
Figura 36 -	Estratificação dos vazamentos dinâmicos presentes (contínuo)	91
Figura 37 -	Ocorrência de vazamento pela ausência da válvula antigotejo na barra de pulverização	92
Figura 38 -	Presença de vazamento contínuo no circuito hidráulico do pulverizador	93
Figura 39 -	Indicador do nível de calda legível ao operador	95
Figura 40 -	Avaliação do dispositivo utilizado para lavagem das embalagens sob pressão	96
Figura 41 -	Exemplo de manômetro reprovado quanto ao nível de glicerina	98
Figura 42 -	Exemplo de manômetro reprovado quanto à precisão da leitura ...	100
Figura 43 -	Representação do filtro de abastecimento dos pulverizadores em bom estado de uso e conservação	101
Figura 44 -	Distribuição de filtros limpos e com resíduos para cada item avaliado.....	102
Figura 45 -	Filtro da bomba de pulverização reprovado pela presença de resíduos.....	103
Figura 46 -	Malhas distintas utilizadas nos filtros das pontas e presença de resíduo.....	104
Figura 47 -	Barra de pulverização reprovada quanto sua estabilidade e simetria.....	106
Figura 48 -	Conjunto de amortecimento e estabilização da barra de pulverização em bom estado de conservação.....	107
Figura 49 -	Determinação do espaçamento entre bicos	108
Figura 50 -	Inadequado posicionamento da ponta na extremidade da barra de pulverização	109
Figura 51 -	Presença da proteção das pontas de pulverização localizadas nas extremidades da barra de pulverização.....	109
Figura 52 -	Mangueira do circuito hidráulico obstruindo o fluxo de calda	110
Figura 53 -	Deposição de gotas em partes estruturais do pulverizador	111
Figura 54 -	Aumento percentual da largura de trabalho dos pulverizadores.....	112
Figura 55 -	Barra de pulverização original equipada com quatro bicos centrais (A) e barra de pulverização adaptada provida de cinco bicos centrais (B).....	113
Figura 56 -	Barra de pulverização reprovada no item estabilidade.....	114
Figura 57 -	Utilização de pontas de pulverização com diferentes materiais de fabricação (cerâmica e poliacetal)	115
Figura 58 -	Utilização de pontas de pulverização com diferentes materiais de fabricação (poliacetal, inox e cerâmica) e com vazões distintas (0,57; 0,76 e 1,13 L min ⁻¹)	116
Figura 59 -	Distribuição transversal inadequada.....	117
Figura 60 -	Utilização de válvulas antigotejo não funcionais.....	118

Figura 61 -	Representação das marcas das pontas de pulverização utilizadas nos pulverizadores inspecionados	119
Figura 62 -	Modelos das pontas de pulverização utilizados nos pulverizadores inspecionados	120
Figura 63 -	Divisão da categoria referente ao agitador de calda presente nos pulverizadores inspecionados	122
Figura 64 -	Avaliação do posto de operação dos tratores que compuseram o conjunto mecanizado (trator + pulverizador)	124
Figura 65 -	Classificação do tacômetro e do acelerador manual dos tratores onde os pulverizadores apresentaram-se acoplados.....	124
Figura 66 -	Representação percentual da rotação da TDP utilizada nos pulverizadores inspecionados	125
Figura 67-	Determinação da velocidade do conjunto mecanizado (trator + pulverizador) para realizar a calibração do equipamento.....	127
Figura 68 -	Nível de manutenção dado aos itens que compõem um pulverizador agrícola.....	129
Figura 69 -	Nível de utilização do manômetro para a calibração dos pulverizadores.....	131
Figura 70 -	Tipo de mal estar sentido após realizar aplicação de agrotóxicos ...	132
Figura 71 -	Avaliação dos itens relacionados à Norma Regulamentadora NR – 31.....	134
Figura 72 -	Classificação dos pulverizadores inspecionados	137
Figura 73 -	Classificação dos pulverizadores inspecionados de acordo com a forma de acoplamento ao trator agrícola	139
Figura 74 -	Classificação dos pulverizadores inspecionados de acordo com o tempo de utilização (anos)	141
Figura 75 -	Entrega do relatório gerado pela inspeção do pulverizador ao proprietário ou preposto	143
Figura 76 -	Identificação do pulverizador avaliado conforme sua classificação final.....	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Municípios onde as inspeções foram realizadas e o número de pulverizadores agrícolas inspecionados conforme, a forma de acoplamento ao trator	78
Tabela 2 -	Avaliação dos itens de segurança dos pulverizadores agrícolas	86
Tabela 3 -	Avaliação dos itens que compõem o reservatório da calda	94
Tabela 4 -	Aprovação dos itens de acionamento da pulverização e dos manômetros	98
Tabela 5 -	Classificação dos filtros de abastecimento, reservatório, bomba, linha e ponta e, representação da avaliação de funcionamento do registro para limpeza do filtro	100
Tabela 6 -	Percentual de conformidade dos itens inspecionados na barra de pulverização	105
Tabela 7 -	Aprovação dos itens relacionados às pontas de pulverização	114
Tabela 8 -	Diagnóstico das condições do circuito hidráulico dos pulverizadores.....	121
Tabela 9 -	Nível de conformidade do volume de aplicação e do fluxômetro dos pulverizadores inspecionados	126

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGROTEC	Agrotecnologia
AR	Amplitude relativa
bar	Unidade de pressão (14,28 lbs pol ⁻²)
CENEA	Centro Nacional de Engenharia Agrícola
cm	Unidade de medida (centímetros)
CS	Suspensão de encapsulado
CV	Coeficiente de variação
cv	Cavalo vapor
DMV	Diâmetro mediano volumétrico
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EN	<i>Norma Europeia</i>
EP	Pó emulsionável
EPCC	Estrutura de proteção contra o capotamento
EPI	Equipamento de proteção individual
GPS	<i>Global Positioning System</i>
gt cm ⁻²	Gotas por centímetro quadrado
ha	Hectare
hz	Hertz
i.a.	Ingrediente ativo
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPP	Inspeção Periódica de Pulverizadores
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITEQ	<i>Innovation Technology Environment Quality</i>
km h ⁻¹	Quilômetro por hora
kPa	Quilo Pascal
L	Unidade de volume (litros)
lb in ⁻²	Libras por polegada ao quadrado
L h ⁻¹	Litros por hora
L ha ⁻¹	Litros por hectare
L min ⁻¹	Litros por minuto
m	Unidade de medida (metro)

mesh	Unidade de medida na língua Inglesa (malha por polegada)
min	Unidade de tempo (minutos)
mL	Unidade de volume (mililitro)
mm	Unidade de medida (milímetro)
m s ⁻¹	Metros por segundo
NBR	Norma Brasileira
NEMA	Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas
NR-31	Normativa Regulamentadora - Número 31
PIPA	Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas
PRPGP	Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
PTO	<i>Power Take Off</i>
PVC	Policloreto de vinila
RS	Rio Grande do Sul
R\$	Unidade monetária (reais)
rpm	Rotações por Minuto
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SG	Granulado solúvel
SP	Pó solúvel
°C	Unidade de temperatura (graus Celsius)
TDP	Tomada de potência
UFPEl	Universidade Federal de Pelotas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
UR	Umidade relativa do ar
USP	Universidade de São Paulo
WG	Granulado dispersível
WP	Pó molhável

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1	INEFICIÊNCIA NAS APLICAÇÕES DE AGROTÓXICOS	29
2.2	FATORES DE INTERFERÊNCIA NO PROCESSO DE APLICAÇÃO	30
2.3	INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS.....	32
2.3.1	Histórico das inspeções de pulverizadores agrícolas	32
2.3.2	Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas no Brasil	34
2.3.2.1	<i>Tempo de utilização dos pulverizadores</i>	35
2.3.2.2	<i>Presença de vazamentos e utilização da válvula antigotejo</i>	36
2.3.2.3	<i>Circuito hidráulico</i>	38
2.3.2.4	<i>Sistema de filtragem da calda</i>	39
2.3.2.5	<i>Manômetros</i>	40
2.3.2.6	<i>Elementos de proteção e segurança</i>	40
2.3.2.7	<i>Barra de pulverização e perfil de distribuição</i>	42
2.3.2.8	<i>Vazão das pontas de pulverização</i>	43
2.3.2.9	<i>Calibração dos pulverizadores e volume de aplicação</i>	44
3	MATERIAL E MÉTODOS	47
3.1	ETAPA I - CONSTRUÇÃO DO CONJUNTO TÉCNICO DE INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES	47
3.2	ETAPA II – CONDUÇÃO DA INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS CONFORME A NORMA ISO 16122	56
3.2.1	Realização das atividades de inspeção	58
3.2.1.1	<i>Elementos de proteção e segurança</i>	61
3.2.1.2	<i>Equipamentos</i>	61
3.2.1.2.1	<i>Inspeção do depósito</i>	61
3.2.1.2.2	<i>Inspeção do manômetro</i>	61
3.2.1.2.3	<i>Inspeção dos filtros</i>	63
3.2.1.2.4	<i>Inspeção da barra de pulverização</i>	63
3.2.1.2.5	<i>Inspeção das pontas de pulverização</i>	65
3.2.1.2.6	<i>Inspeção da bomba de pulverização</i>	69
3.2.1.3	<i>Operação</i>	72
3.2.2	Classificação dos pulverizadores	74
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4.1	INSPEÇÃO DOS PULVERIZADORES AGRÍCOLAS	83
4.1.1	Segurança	86
4.1.2	Equipamentos	93
4.1.2.1	<i>Inspeção do reservatório de calda</i>	93
4.1.2.2	<i>Inspeção do manômetro</i>	97
4.1.2.3	<i>Inspeção dos filtros</i>	100
4.1.2.4	<i>Inspeção da barra de pulverização</i>	105
4.1.2.5	<i>Inspeção das pontas de pulverização</i>	114
4.1.2.6	<i>Inspeção da bomba de pulverização</i>	120
4.1.3	Operação	123
4.2	QUESTIONÁRIO APLICADO AOS OPERADORES	127
4.2.1	Avaliação do nível de escolaridade e do conhecimento sobre aplicação de agrotóxicos	127
4.2.2	Atendimento a Norma Regulamentadora – NR 31	133

4.3	CLASSIFICAÇÃO FINAL DOS PULVERIZADORES AGRÍCOLAS	136
4.3.1	Divisão dos pulverizadores por classe de aprovação	136
4.3.2	Classificação de acordo com o tipo de pulverizador inspecionado	138
4.3.3	Classificação de acordo com o tempo de utilização dos pulverizadores.....	140
4.4	ENCERRAMENTO DAS ATIVIDADES DE INSPEÇÃO	142
4.5	REALIZAÇÃO DE NOVA INSPEÇÃO.....	144
4.6	DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS	144
4.7	CONTRIBUIÇÕES DA TESE.....	145
5	CONCLUSÕES.....	149
6	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	151
	REFERÊNCIAS	153
	APÊNDICE A - FOLDER UTILIZADO NA DIVULGAÇÃO DO PROJETO.....	159
	APÊNDICE B – BANNER UTILIZADO NA DIVULGAÇÃO DO PROJETO.....	160
	APÊNDICE C – BASE DE DADOS DOS PULVERIZADORES INSPECIONADOS.....	161
	APÊNDICE D – RELATÓRIO DA INSPEÇÃO ENTREGUE AO PRODUTOR RURAL.....	163
	APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS OPERADORES	168
	APÊNDICE F – FORMULÁRIO UTILIZADO NAS INSPEÇÕES.....	172
	APÊNDICE G – ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO DOS PULVERIZADORES.....	179
	APÊNDICE H – ESTRATIFICAÇÃO DO PERCENTUAL ATRIBUÍDO AOS ITENS QUE COMPÕEM O ÍNDICE PIPA.....	181
	APÊNDICE I – ETIQUETAS DE CLASSIFICAÇÃO DOS PULVERIZADORES.....	187
	VITA.....	190

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e conseqüentemente, a maior demanda por alimentos, faz com que haja necessidade de se obter maiores níveis de produtividade das áreas agrícolas. Dessa forma, a busca por técnicas mais eficientes, as quais possibilitem satisfazer as necessidades nutricionais, o aumento da produtividade em áreas já exploradas e a garantia da qualidade dos alimentos para o mercado interno e externo é uma constante preocupação por parte da pesquisa científica, dos produtores rurais e das empresas do ramo agrícola.

Estima-se que em 50 anos haja a necessidade de produzir o dobro de alimentos para suprir as demandas alimentares da população mundial, sendo que o Brasil será responsável por produzir cerca de 40% da produção global de alimentos. Deste montante, 10% serão resultantes da utilização mais eficiente do sistema produtivo, tendo em vista à redução das perdas na produção, 20% serão provenientes de novas áreas cultivadas e 70% deverão ser procedentes da utilização de novas tecnologias que possibilitem que as áreas já consolidadas expressem seu potencial produtivo (MARTINI et al., 2016a). Porém, para atingir a produção satisfatória de alimentos em escala comercial, torna-se necessário utilizar diversos métodos, sendo que o uso de agrotóxicos no controle de plantas daninhas, insetos e doenças é um deles. Dessa forma, o estudo referente à precisão das pulverizações é uma área de grande importância, tendo em vista a diversidade dos agrotóxicos empregados e o considerável aumento no uso destes.

O tratamento fitossanitário, para ser eficiente, não depende somente da fração de ingrediente ativo depositado no alvo, mas também da uniformidade de distribuição sobre a superfície a qual se deseja atingir. Dessa forma, os equipamentos de pulverização têm a função de distribuir o produto com tamanho de gotas adequado sobre esse alvo. Neste contexto, Schlosser (2002) explana que, para se obter qualidade na aplicação de agrotóxicos, há necessidade de ser reunido o maior número de dados sobre quatro fatores envolvidos no processo de pulverização: máquina agrícola, alvo biológico, fatores climáticos regionais e agrotóxicos a serem utilizados.

O uso excessivo de agrotóxicos para proteção de plantas, não somente é antieconômico, mas também pode provocar conseqüências adversas à saúde humana, ao ambiente e a agricultura. Estes problemas ocorrem devido à falta de

planejamento ou, até mesmo, a utilização de equipamentos mal regulados ou calibrados e ainda por conduzirem as atividades fora das condições adequadas de trabalho. Em consequência, poderá ocorrer a presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, poluição ambiental, bem como resistência do alvo biológico aos ingredientes ativos.

Para se realizar pulverizações precisas, os pulverizadores devem estar em boas condições de uso, sendo que, este fator está relacionado diretamente com a sua manutenção. Pulverizadores desregulados ou em estado precário de conservação podem causar demasiadas perdas e, conseqüentemente, aumentar o risco de contaminação do meio ambiente. Com esta precariedade encontrada nas máquinas agrícolas voltadas para pulverização de agrotóxicos, há necessidade que sejam realizadas avaliações criteriosas nesses equipamentos e que haja padronização de quais itens serão considerados nas inspeções de pulverizadores (MÁRQUEZ, 2001).

Neste sentido, a inspeção de pulverizadores pode ser realizada de forma obrigatória ou voluntária. Em ambos os casos tem-se que estabelecer normas para realizar as atividades, sua regulamentação, frequência das inspeções e, no caso dos países que compõem a União Européia, é obrigatório habilitar as entidades e profissionais para realizarem as inspeções. Com base nisso, diversos trabalhos de pesquisa são desenvolvidos para avaliar quantitativa e qualitativamente os itens básicos dos pulverizadores hidráulicos, com o objetivo de determinar as condições de uso e manutenção. Sendo assim, por meio da análise dos resultados obtidos por Casali (2012), pode-se constatar que há precariedade de manutenção na maioria dos pulverizadores em operação, os quais apresentam condições inadequadas para utilização.

Com o objetivo de padronizar a inspeção de pulverizadores, os países Europeus criaram a norma EN 13790 (2004) a qual definia como campo de aplicação, os requisitos e métodos que deveriam ser avaliados. A metodologia utilizada no emprego desta norma consistia em medir de forma separada e independente o desempenho de diferentes partes dos pulverizadores, o que permitia diagnosticar de forma precisa os defeitos dos itens avaliados, possibilitando separá-los em categorias (DECLERCQ et al., 2009). Segundo os mesmos autores, as categorias eram divididas em: defeitos que implicavam automaticamente em rejeição (categoria I); defeitos que resultavam em rejeição parcial, as quais deveriam ser

reparadas até a próxima inspeção (categoria II) e, defeitos que só eram relatados por razão de informação, visando melhorar o funcionamento do pulverizador (categoria III). Esta norma fazia referência ao estado de conservação dos pulverizadores, com ênfase na segurança operacional, risco potencial de contaminação ambiental e as condições nas quais os equipamentos de pulverização deveriam se encontrar para realizarem a aplicação correta dos agrotóxicos.

Baseada na norma EN 13790, foi criada a norma ISO 16122 (2015), a qual tem como objetivo padronizar internacionalmente a metodologia utilizada na inspeção de pulverizadores agrícolas e determinar, de forma mais rígida, quando comparada a norma anterior, as avaliações realizadas. Para tanto, esta norma internacional emprega equipamentos de maior precisão e reduz os limites de quantificação dos itens avaliados. Além disso, estabelece os requisitos e métodos para as verificações necessárias nas inspeções técnicas de pulverizadores, referindo-se principalmente ao estado de conservação do pulverizador, à segurança operacional e ambiental e formas de otimizar as aplicações, tornando-as mais precisas. Ademais, conforme descrito na norma ISO 16122, a inspeção dos pulverizadores visa à redução da contaminação ambiental e ao eficiente controle do alvo biológico como resultado do estado de conservação, da correta manutenção e utilização dos pulverizadores agrícolas. No entanto, Gil et al. (2012) salientam que após a norma Européia EN 13790 ter sido substituída pela nova metodologia descrita em 2015, houve, na Europa, a necessidade de intensificar os treinamentos destinados a formação de profissionais para a realização da inspeção dos pulverizadores agrícolas, destacando ainda que este é o ponto principal para garantir o sucesso do processo de inspeção e da atividade de pulverização.

Diferentemente da realidade brasileira, nos países que compõem a União Européia, os equipamentos utilizados para aplicação de agrotóxicos devem passar pela verificação de uma série de requisitos que, quando cumpridos, permitem a utilização destes equipamentos. Para isso, são realizadas avaliações quantitativas e qualitativas, bem como, ensaios funcionais, devendo estar de acordo com as disposições legais referentes à saúde e prevenção de riscos ao meio ambiente e aos seres humanos. Neste sentido, Gil et al. (2011) desenvolveram o *Manual de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso*, o qual foi considerado como uma diretriz oficial para inspeção de pulverizadores em uso na Espanha. O principal objetivo no desenvolvimento deste manual foi permitir a melhor

compreensão dos padrões, estrutura e conteúdos a serem empregados na inspeção de pulverizadores agrícolas (GIL et al., 2014).

Realizando-se a inspeção técnica de pulverizadores agrícolas, é possível reduzir a contaminação ambiental e elevar a eficiência e qualidade das aplicações de agrotóxicos. Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho foi a avaliação de pulverizadores agrícolas por meio da inspeção técnica, baseada na norma ISO 16122 de forma inédita no Brasil.

Para tanto, os objetivos específicos foram:

I - Construir um conjunto técnico para inspeção de pulverizadores agrícolas.

II - Determinar as condições de uso e conservação dos pulverizadores utilizados nas regiões avaliadas.

III - Estabelecer o nível de conhecimento dos operadores no que se refere ao uso e manejo de agrotóxicos.

IV - Identificar os problemas mais frequentes nos pulverizadores agrícolas.

V - Avaliar a aplicabilidade da norma ISO 16122 para a realidade do País, principalmente, no que diz respeito aos tipos de pulverizadores disponibilizados no mercado brasileiro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INEFICIÊNCIA NAS APLICAÇÕES DE AGROTÓXICOS

No contexto mundial relacionado a utilização de agrotóxicos, ainda que a eficácia dos produtos atualmente disponíveis seja grande, a deposição destes, pelos meios e formas de aplicação utilizadas muitas vezes apresentam pouca eficiência, visto que em certos momentos não se utiliza a melhor técnica ou equipamento para realizar a aplicação (MARTINI et al. 2016b).

A efetividade das pulverizações sofre influência de vários fatores, tais como as condições climáticas, equipamentos utilizados e características estruturais das plantas. Neste sentido, foi observado que em pulverização aérea, por exemplo, avaliando diferentes equipamentos e volumes de aplicação, Martini et al. (2016c) ressaltam que houve diferença na concentração do produto depositado na faixa de aplicação conforme o equipamento utilizado. Com base nos resultados destes autores, as perdas variaram entre 27,80 e 93,76% ao utilizar pontas de jato cônico com indução de carga elétrica na gota e sem indução de carga, respectivamente.

Ao considerar aplicação por via terrestre em cultura de porte rasteiro, como tomate e feijão, as perdas variam entre 48% e 88% (CHAIM et al., 1999a). Além disso, a deposição nas culturas de porte rasteiro concentra-se na região do ponteiro das plantas, não ocorrendo penetração das gotas no interior do dossel foliar da cultura (SCRAMIN et al., 2002). Com relação a culturas de porte arbustivo, como tomateiro estaqueado, foram verificadas perdas entre 59% e 76% (CHAIM et al., 1999b). Ao considerar a aplicação em videiras, as perdas variaram entre 18% e 39% dependendo do tipo de equipamento e ponta de pulverização (CHAIM et al., 2004). Já em culturas de porte arbóreo, como a macieira, verificaram-se perdas entre 32% e 40% de acordo com a variedade (CHAIM et al., 2003).

Na tentativa de melhorar a eficiência da aplicação dos agrotóxicos, pesquisas são desenvolvidas para proporcionar aumento da deposição nos alvos, reduzir as perdas e a contaminação ambiental. Ainda, para que isso ocorra, as pontas de pulverização utilizadas nos pulverizadores agrícolas devem fracionar a calda em gotas através de um processo físico e distribuí-las uniformemente sobre o alvo, para que assim maximize seu efeito. Com isso, houve uma evolução dos equipamentos

de aplicação, porém pode-se observar que a transferência das tecnologias obtidas pela pesquisa e desenvolvimento, ocorre lentamente ao campo (FRIEDRICH, 1996).

Nesse sentido é importante ressaltar a necessidade de manutenção dos pulverizadores agrícolas, para que assim, estes equipamentos possam realizar pulverizações que atinjam o objetivo de forma eficiente, o que irá interferir diretamente no lucro da empresa (LANÇAS et al., 1998). Segundo os mesmos autores, a inspeção de pulverizadores agrícolas é a parte mais importante na manutenção preventiva, uma vez que possibilita determinar as reais condições de operação dos pulverizadores e, muitas vezes, reduzir a perda de tempo na realização da atividade para efetuar ações corretivas.

2.2 FATORES DE INTERFERÊNCIA NO PROCESSO DE APLICAÇÃO

As primeiras aplicações de agrotóxicos destinadas à proteção de cultivos agrícolas foram compostos a base de enxofre e inseticidas a base de arsênio e mercúrio. Estas aplicações eram realizadas de forma rudimentar sem qualquer proteção ou utilização de tecnologia (MAGDALENA et al., 2010). Com o passar do tempo, o crescimento populacional fez com que os agrotóxicos passassem a ser uma ferramenta importante no setor agrícola, para que assim, as culturas se aproximem de seu potencial produtivo e, conseqüentemente, para que o setor primário possa atender a demanda mundial por alimentos. Porém Costa et al. (2007), observaram que existe falta de transferência das informações aos produtores rurais no que diz respeito a tecnologia de aplicação e a correta utilização dos agrotóxicos. Neste sentido, é importante salientar que as aplicações podem exercer um efeito desejado, porém devido à falta de instrução sobre a correta utilização da tecnologia ou equipamentos adequados, as mesmas podem se tornar ineficientes (CUNHA et al., 2004).

A tecnologia de aplicação consiste na colocação do produto biologicamente ativo no alvo desejado, com volume necessário, de forma economicamente viável e com a mínima contaminação ambiental possível (MATUO, 1990). Dessa forma, o sucesso na aplicação e conseqüentemente a maior eficiência no controle do alvo, depende dos seguintes fatores: correta seleção das pontas, ajuste do volume de calda, parâmetros operacionais, condições ambientais, momento da aplicação, tipo de alvo e modo de ação dos agrotóxicos (ANTUNIASSI, 2012).

Assim sendo, Dornelles et al. (2009) destacam que a escolha e a forma de uso dos equipamentos de pulverização são de fundamental importância para que se obtenha eficácia no controle do alvo biológico.

Neste sentido, pode-se considerar que as pontas de pulverização representam um dos principais componentes da aplicação, definindo o espectro de gotas pulverizadas, a qualidade da pulverização e a quantidade de agrotóxico distribuído no alvo (BOLLER & SCHLOSSER, 2010; ANTUNIASSI, 2012). Além disso, há necessidade de que as pontas selecionadas propiciem uniformidade na distribuição transversal, espectro de gotas com baixa heterogeneidade e em adequada densidade para o recobrimento do alvo (CUNHA, 2003). Porém, para que se tenha um controle satisfatório do alvo em questão, além dos fatores mencionados anteriormente, é de suma importância que se atente para as condições climáticas no momento da aplicação.

Segundo Matthews (2000), cada ponta tem um padrão de distribuição, determinando desta forma o espaçamento destas na barra de pulverização e a altura de condução em relação ao alvo biológico. O comportamento das pontas de pulverização resulta de suas características construtivas e da interação dentro de um complexo sistema dinâmico (BOLLER & SCHLOSSER, 2010). Sendo assim, a qualidade de aplicação dos agrotóxicos será elevada quando diversos fatores forem considerados, sendo que, a seleção de pontas que apresentem uniformidade na distribuição volumétrica e no espectro de gotas deve ser considerada para execução da atividade (FERNANDES et al., 2010).

A uniformidade de distribuição volumétrica das gotas é uma característica utilizada para verificar tanto a qualidade de distribuição do ingrediente ativo no alvo quanto o desgaste das pontas, sendo avaliada através do coeficiente de variação (CV) da sobreposição dos depósitos do conjunto de pontas que compõe a barra pulverização (BAUER & RAETANO, 2004).

A distribuição desuniforme da calda, abaixo do determinado na calibração do equipamento pode causar controle ineficiente do alvo (MION et al., 2011). No entanto, quando ocorre o desgaste das pontas, a distribuição poderá ficar acima do recomendado. Neste caso, além de causar perdas financeiras, poderá resultar em efeito fitotóxico à cultura ou, então, contaminação do meio ambiente pelo escoamento superficial do ingrediente ativo das folhas até o solo (SILVEIRA et al., 2006). Além disso, a determinação do espectro de gotas é importante nas

pulverizações, auxiliando na seleção das pontas para o tipo de produto a ser utilizado, bem como, na substituição do conjunto em virtude do desgaste das mesmas. Segundo Cunha et al. (2007), a vazão nominal, o ângulo de pulverização, a pressão de trabalho, as propriedades da calda e o modelo da ponta, são fatores que influenciam o espectro das gotas.

2.3 INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS

2.3.1 Histórico das inspeções de pulverizadores agrícolas

Estudos relatam que a partir da década de 1940 surgem as primeiras avaliações, sendo estas, realizadas de forma isolada nos componentes dos pulverizadores (REICHARD et al., 1991). No entanto, somente próximo aos anos 70 desenvolvem-se os primeiros programas de inspeção periódica (GANZELMEIER & RIETZ, 1998).

Na Alemanha, a implantação dos primeiros projetos de inspeção de pulverizadores surgiu ainda no início da década de 1960, de forma voluntária avaliando pulverizadores de barra e em seguida (1969) começaram as inspeções dos pulverizadores em uso na Itália. Segundo Ganzelmeier (2007), em meados da década de 1980 foram iniciadas inspeções de turboatomizadores e pulverizadores assistidos a ar na Alemanha. Porém, devido à baixa participação dos produtores, em 1993 tornou-se obrigatória a inspeção para pulverizadores de barra e mais recentemente, em 2002, para turboatomizadores e pulverizadores assistidos a ar. Após se tornar obrigatória a inspeção na Alemanha, Koch (1996) desenvolveu uma metodologia de avaliação, sendo que dividia esta em aspectos quali e quantitativos. Os qualitativos estavam relacionados ao estado geral de manutenção dos filtros, proteção de partes móveis e presença de vazamentos. Já os quantitativos, relacionavam-se a vazão das pontas, velocidade de deslocamento e comprimento da barra.

Segundo Ganzelmeier & Rietz (1998), após o início das inspeções na Alemanha, já na década de 1970, Eslovênia e Áustria também aderiram ao projeto, seguido por Croácia, Itália, Holanda e Suécia na década de 1980 e, mais recentemente Espanha, Noruega, Dinamarca, Bélgica, Finlândia e Inglaterra na década de 1990. A inspeção de pulverizadores agrícolas na Noruega teve início em

1991, sendo que, em sete anos de realização do projeto cerca de 6.500 máquinas já haviam sido avaliadas. Tais inspeções foram possíveis pelo desenvolvimento de aproximadamente 70 laboratórios móveis, pela Universidade Agrícola da Noruega (BJUGSTAD, 1998).

De acordo com Huyghebaert et al. (1996), a partir do ano de 1995 a obrigatoriedade nas inspeções de pulverizadores foi adotada na Bélgica, sendo que os objetivos estabelecidos foram a educação dos aplicadores e a manutenção dos equipamentos. Além disso, também adotaram atividades complementares as quais possibilitaram obter excelentes resultados, sendo que, após 11 anos de implantação do projeto de inspeção, o índice de reprovação dos pulverizadores foi inferior a 10%. Em trabalhos realizados na Irlanda, das 410 máquinas avaliadas voluntariamente, somente 16% apresentavam um padrão de distribuição aceitável (RICE, 1993). Pesquisas conduzidas no Instituto de Mecanização Agrária da Universidade de Bolonha apontam que os problemas mais frequentes estavam relacionados à ausência de proteção da árvore cardânica (33%); pontas de pulverização com distribuição irregular (25%) e aos manômetros defeituosos, o que correspondeu a 30% das máquinas avaliadas (TUGNOLI, 1995).

Metodologia semelhante de avaliação foi utilizada na Argentina, onde foi constatado que dos 292 equipamentos inspecionados, 52% estavam operando sem a presença de manômetros ou os mesmos estavam danificados, 86% não possuíam proteção da árvore cardânica e 70% utilizavam pontas de pulverização desgastadas (MAGDALENA & DI PRINZIO, 1992). Na Itália, dos 60 pulverizadores avaliados, 53% apresentaram desconformidades no manômetro utilizado; 53% não possuíam proteção da árvore cardânica e 47% produziam distribuição irregular na barra (ENDRIZZI, 1990). Após a avaliação de 28 pulverizadores, Baldi & Vieri (1992), constataram que 85% não estavam equipados com válvulas antigotejo; 36% não possuíam filtros ou estes eram ineficientes e 71% possuíam proteção inadequada ao operador.

Segundo Val (2006), os pulverizadores inspecionados na região de Valência na Espanha, são divididos em duas classes: aptos ou não aptos. Os não aptos, são ainda subdivididos em desconformidades leves ou graves, sendo que, equipamentos com desconformidades leves, possibilitam que o proprietário realize reparos em um determinado prazo, tornando o equipamento capaz de ser submetido a uma próxima inspeção. No entanto, pulverizadores que apresentem desconformidades graves,

são reprovados pelo programa. Segundo RIKOON et al. (1996), já havia tendência de que as avaliações se tornassem compulsórias, ressaltando o papel dos serviços de inspeção para redução de custos de produção, prevenção da contaminação do meio ambiente e dos alimentos, bem como, o processo educativo do aplicador.

Estudos apontam que, com o passar dos anos e com a evolução na metodologia de avaliação, ocorreram melhorias na qualidade obtida nas aplicações bem como na redução de reprovação dos pulverizadores, resultando em pulverizações mais eficientes e redução da contaminação do ambiente (OSTEROTH, 2004).

2.3.2 Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas no Brasil

Diversos estudos mostram a precariedade de grande parte das máquinas pulverizadoras no Brasil, o que não difere dos demais países latino-americanos. De forma pioneira, no ano de 1998 foi implantado o projeto intitulado Inspeção Periódica de Pulverizadores Agrícolas (projeto IPP) realizado por Dr. Marco Antonio Gandolfo, sob coordenação do professor Dr. Ulisses Rocha Antuniassi da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Botucatu. O trabalho foi desenvolvido nos estados do Paraná e São Paulo, onde o autor constatou que os pulverizadores testados apresentaram condições de uso e manutenção inadequados, necessitando reparos para melhorar a eficiência de aplicação dos agrotóxicos (GANDOLFO, 2001).

Durante a execução do referido projeto, foram avaliados 76 pulverizadores agrícolas em áreas produtoras de grãos e em propriedades destinadas à produção de cana-de-açúcar. As avaliações foram divididas em pulverizadores novos e usados e, quanto a sua forma de acoplamento ao trator, sendo acopladas ao sistema hidráulico de três pontos (pulverizadores montados) ou acoplados à barra de tração (pulverizadores de arrasto) e ainda pulverizadores autopropelidos. Posteriormente a conclusão desta etapa, a continuidade ao projeto IPP foi dada por José Luiz Siqueira, ampliando as avaliações e área de abrangência. Ao total foram inspecionados 137 pulverizadores em quatro estados, sendo eles: Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (SIQUEIRA, 2009).

Segundo Siqueira (2009), após o levantamento dos dados entre os anos de 2006 a 2008, foi possível concluir que a metodologia do projeto IPP resultou em

melhorias com relação a redução no índice de erros em alguns pontos específicos. Porém, o mesmo autor relata que pelo fato de os primeiros trabalhos conduzidos no Brasil nesta área, terem sido realizados no ano de 1998, não foram observadas melhorias significativas no que diz respeito à manutenção e calibração dos pulverizadores, e ainda, que os erros observados continuam praticamente os mesmos.

Neste sentido, com a necessidade de minimizar as perdas, reduzir os erros nas aplicações de agrotóxicos e, conseqüentemente reduzir a contaminação ambiental, no ano de 2006, por meio do laboratório de Agrotecnologia, pertencente ao Núcleo de Ensaio de Máquinas Agrícolas, foi instituído o projeto Inspeção Técnica de Pulverizadores Agrícolas no Rio Grande do Sul sob coordenação do professor Dr. José Fernando Schlosser da Universidade Federal de Santa Maria, o qual teve como área de abrangência a região Central do Rio Grande do Sul. Segundo Dornelles (2008), o objetivo deste projeto foi levantar dados referentes ao estado de conservação e uso dos pulverizadores; orientar agricultores sobre regulagem e calibração dos equipamentos; organizar a metodologia de inspeção e georeferenciar as propriedades para futuros trabalhos, os quais foram executados no ano de 2012.

Neste projeto, a primeira etapa foi realizada em 16 municípios, totalizando na inspeção de 84 pulverizadores agrícolas em uso na região central entre os anos de 2006 e 2007. De acordo com Dornelles (2008), a área atendida pelas máquinas inspecionadas correspondeu a aproximadamente 23.200 hectares cultivados, divididos entre soja, arroz, milho e trigo. A segunda etapa consistiu em reavaliar entre os anos de 2010 e 2011, os mesmos pulverizadores. Segundo Casali (2012), com base nos resultados obtidos, foi possível observar que os tratores utilizados para tracionar os pulverizadores apresentaram evolução na condição de uso, sendo que, esta evolução se deu pela substituição por modelos mais novos. Porém, não foram observadas melhorias significativas nos pulverizadores inspecionados, com exceção daqueles que foram substituídos por equipamentos novos.

2.3.2.1 Tempo de utilização dos pulverizadores

É sabido que o tempo de uso dos pulverizadores agrícolas pode influenciar na qualidade da aplicação, no entanto, quando empregado um plano de manutenção

eficiente os problemas podem ser suprimidos. Neste contexto, de acordo com estudos feitos por Gandolfo (2001), 67,1% dos pulverizadores avaliados apresentaram período médio de utilização de 9,2 anos, sendo que 30,2% deste total representaram pulverizadores com mais 10 anos de utilização. No entanto, Dornelles (2008), observou que 21,4% dos pulverizadores avaliados apresentaram-se com até cinco anos de utilização, já 25,0% do total situaram-se entre cinco e dez anos, sendo ainda que 16,7% se encontraram entre 10 e 15 anos. O mais impactante foi a constatação de que 36,9% destes equipamentos inspecionados apresentaram tempo de utilização superior a 15 anos, sendo que, a máquina mais antiga em operação possuía 41 anos de uso e a idade média dos pulverizadores foi de 17,3 anos (DORNELLES, 2008). Durante a segunda etapa de inspeção destes pulverizadores, Casali (2012) observou que a utilização de pulverizadores com mais de 15 anos de fabricação reduziu de 36,9 para 24,8%. No entanto, o tempo de uso médio dos pulverizadores se deu na seguinte escala: 17,4% dos pulverizadores se apresentaram com até cinco anos de utilização, 39,1% do total entre cinco e 10 anos e 18,8% entre 10 e 15 anos de uso.

Ao realizar a inspeção em 34 pulverizadores de barra em 26 propriedades produtoras de milho, soja e feijão na região de Uberlândia no estado de Minas Gerais, Alvarenga (2009) observou que a idade da maioria dos pulverizadores situa-se numa faixa entre cinco e dez anos de utilização, representando 42,9% do total avaliado. No entanto, o período de utilização entre um e cinco anos, está representado por 32,1% dos pulverizadores, já 14,3% dos equipamentos representam mais de dez anos de uso e somente 10,7% podem ser considerados novos, representando pulverizadores com até um ano de uso.

2.3.2.2 Presença de vazamentos e utilização da válvula antigotejo

Os vazamentos podem estar presentes na forma de gotejamentos ou escorrimentos contínuos o que pode elevar os custos da atividade e proporcionar a contaminação ambiental. Neste sentido, Gandolfo (2001) destaca que ao comparar pulverizadores novos e usados, a ocorrência de vazamentos foi dez vezes maior nos pulverizadores usados. Enfatiza ainda que, em todos os itens analisados, a maior frequência dos problemas encontra-se nos pulverizadores em uso. O autor ressalta que dos 76 pulverizadores agrícolas avaliados, 56,6% apresentaram algum tipo de

vazamento, sendo que as maiores ocorrências foram observadas na conexão da capa com a ponta de pulverização e nos filtros de linha, representando 58,1 e 9,3% do total, respectivamente.

Ao considerar a presença e funcionamento da válvula antigotejo, somente 53 pulverizadores possuíam a mesma e destes, em 32, havia algum problema funcional, o que resultou em uma média de 2,53 antigotejadores não funcionais por máquina (GANDOLFO, 2001). Dados semelhantes foram relatados por Sichoeki (2013), o qual descreveu que 97% dos pulverizadores hidráulicos apresentaram as válvulas antigotejo na barra de pulverização, porém, somente 7% destas estavam em funcionamento adequado.

De acordo com Siqueira (2009), as causas mais frequentes de reprovação dos pulverizadores agrícolas avaliados nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso estão relacionadas ao estado de conservação e uniformidade de distribuição das pontas de pulverização, bem como, a presença de vazamentos. Considerando a presença de vazamentos, destacam-se os estados do Mato Grosso do Sul e o Rio Grande do Sul que possuem 62,5 e 18,5%, representando os maiores e menores índices observados, respectivamente. O autor ressalta que as maiores ocorrências se deram na válvula antigotejo, suporte dos filtros de linha e conexão da capa do bico com as pontas de pulverização.

Ao avaliar pulverizadores hidráulicos e hidropneumáticos, Sichoeki (2013) observou que, 43% dos pulverizadores hidráulicos e 13% dos pulverizadores hidropneumáticos apresentaram vazamentos no depósito de calda, sendo ainda que, em 6,6% dos pulverizadores, o depósito apresentava fissuras. O autor constatou ainda que em 77% dos pulverizadores hidráulicos avaliados, o circuito hidráulico apresentou vazamento, no entanto, ao considerar os hidropneumáticos este percentual foi menor, estando presente em 44% dos pulverizadores. Em um trabalho similar foi verificado que 61,8% dos pulverizadores avaliados apresentaram algum tipo de vazamento dinâmico e enfatiza ainda que, em 47,1% dos pulverizadores, houve presença de vazamentos estáticos (ALVARENGA, 2009). Segundo o autor, entre os vazamentos estáticos destaca-se o gotejamento das pontas após cessar a pulverização, fato este que pode estar relacionado à falta da válvula antigotejo ou ainda, por esta não estar funcionando adequadamente. Fato também observado por Dornelles (2008) onde verificou que somente em 50% dos pulverizadores inspecionados as válvulas antigotejo estavam presentes. Segundo o

mesmo autor, esta ocorrência pode ser reflexo do elevado percentual de máquinas com mais de 10 anos de utilização, quando esta válvula normalmente não era utilizada nos projetos dos pulverizadores.

2.3.2.3 Circuito hidráulico

É importante que o circuito hidráulico apresente mangueiras posicionadas adequadamente para que não ocorram rachaduras ou deposição de gotas em partes estruturais dos pulverizadores, bem como, evitar obstrução do fluxo da calda e variação de pressão ao longo da barra de pulverização. Desta forma, Gandolfo (2001) destaca que, 48,7% dos pulverizadores apresentam ao menos uma mangueira danificada, observou também que, em 60,5% destas máquinas o posicionamento das mangueiras na barra de pulverização se encontrava de forma inadequada, formando um obstáculo entre a ponta de pulverização e o alvo a ser atingido. Fato este também observado por Alvarenga (2009) em 26,5% dos pulverizadores, além de que, 14,7% dos equipamentos inspecionados por este autor apresentaram rachaduras nas mangueiras e conexões. Destaca-se ainda que, ao considerar o espaçamento entre os bicos, 42,1% dos pulverizadores apresentaram este tipo de erro, sendo constatada média de três espaçamentos errados por pulverizador (GANDOLFO, 2001).

Neste mesmo contexto, Siqueira (2009) encontrou grande variabilidade ao avaliar o espaçamento entre os bicos. Os maiores erros se deram no Estado do Rio Grande do Sul (44,4%) no ano de 2006 seguido por 44,1% no Mato Grosso, 33,3% e 22,2% no Paraná nos anos de 2006 e 2007, respectivamente, 25% no Mato Grosso do Sul em 2006. Ao realizar novamente as inspeções de pulverizadores no estado do Rio Grande do Sul no ano de 2007, estes índices caíram para 25%.

Segundo Sichoeki (2013), somente 43% dos pulverizadores de barra avaliados não apresentaram erros ao considerar o posicionamento das mangueiras e bicos, estando de acordo com os limites pressupostos para espaçamento entre bicos. Entretanto, ao ser avaliado o ângulo de ranhura das pontas de pulverização com jato do tipo leque, o autor observou que, em 53% dos pulverizadores, o ângulo das pontas e, conseqüentemente, sua disposição na barra de pulverização, se deram de forma imprecisa. Todavia, ao avaliar o espaçamento entre bicos, em pulverizadores hidropneumáticos, foi constatado que 97% atenderam a este quesito

(SICHOCKI, 2013). Na região central do Estado do Rio Grande do Sul, o erro médio, ao considerar o espaçamento padrão dos bicos de pulverização foi de 22,7% sendo que a amplitude encontrada entre os valores foi grande, uma vez que os maiores erros encontrados foram na magnitude de -34,2 a 76,3% de diferença entre um bico e outro (DORNELLES 2008).

Dados semelhantes foram encontrados por Alvarenga (2009), o qual observou que 23,5% dos pulverizadores apresentaram erro no espaçamento entre bicos. Este erro tem capacidade de prejudicar a eficiência da aplicação, pois pode fazer com que ocorra concentração de produto (bicos muito próximos) ou haja ausência da sobreposição do jato aplicado (bicos muito distantes).

2.3.2.4 Sistema de filtragem da calda

A correta utilização e manutenção dos filtros que compõem o sistema destinado a filtrar a calda a ser pulverizada fazem com que se prolongue a vida útil dos componentes do pulverizador, principalmente no que diz respeito à obstrução ou desgaste das pontas de pulverização. Considerando a presença e qualidade dos filtros, o filtro de sucção estava presente em todas as máquinas avaliadas, porém, em 11,8% apresentaram obstrução ou algum tipo de dano. Já ao avaliar os filtros de linha, 47,4% dos pulverizadores não utilizavam e 22,5% apresentavam algum tipo de dano (GANDOLFO, 2001).

Segundo Alvarenga (2009), em 3,2% dos pulverizadores o filtro das pontas de pulverização estavam ausentes e 12,9% destes mesmos filtros mal conservados. Ao considerar os filtros de linha, em 6,5% dos pulverizadores estes não estavam presentes e em 12,9% se encontravam danificados. Com relação ao filtro da bomba o autor observou que em 3,3% das avaliações, estes filtros estavam danificados e destacou ainda que, os maiores problemas encontrados foram relacionados à péssima conservação dos filtros, estando estes rasgados ou furados.

Ao realizar as avaliações dos filtros, Dornelles (2008) observou que somente 19% dos pulverizadores apresentaram todos os filtros em condições de trabalho, ou seja, ausência de resíduos ou malhas deterioradas. Em 26,2% dos pulverizadores pelo menos um filtro danificado se fez presente. Em suma, 50% dos pulverizadores inspecionados não apresentavam ao menos um destes elementos filtrantes. Pode-se dizer que pouca ou nenhuma melhoria foi obtida neste item ao realizar a segunda

etapa de avaliação nas propriedades da região central do Rio Grande do Sul, pois somente 47,8% dos filtros de linha e 52,2% dos filtros da bomba se apresentaram em boas condições de uso (CASALI, 2012).

2.3.2.5 Manômetros

A presença, legibilidade e precisão dos manômetros são importantes para ser realizada uma aplicação de qualidade. Neste contexto, Gandolfo (2001) explana que em 81,6% dos pulverizadores os manômetros se faziam presentes, porém, em apenas 17,7% os mesmos estavam adequados quanto a sua legibilidade e escala. No entanto, somente 29% dos manômetros avaliados resultaram como precisos ao serem comparados, em bancada de avaliação, com manômetro de precisão. Em outro trabalho, desenvolvido na região do Alto Parnaíba no Estado de Minas Gerais, os manômetros estavam presentes em 97% dos pulverizadores hidráulicos e 87% dos hidropneumáticos, porém, no primeiro caso somente 30% e no segundo 33%, apresentaram-se precisos (SICHOCKI, 2013). Porém, Alvarenga (2009) menciona que, 14,8% dos manômetros se apresentaram não funcionais e do restante, 13,6% não apresentaram exatidão ao serem comparados com um manômetro de precisão

Na primeira etapa de inspeções realizada na região central do RS, ao avaliar o manômetro dos pulverizadores, Dornelles (2008) observou que 20,5% dos pulverizadores não apresentavam este item. No entanto, do total que apresentavam este equipamento, em 30,1% estavam danificados e 49,4% possuíam este item em operação. Contudo, somente 19,1% destes foram aprovados após as avaliações de leitura de pressão, diâmetro externo e nível de glicerina que, tem como função, atenuar as vibrações e prolongar a vida útil do manômetro. Posteriormente, Casali (2012) constatou que 34,7% dos manômetros se encontraram em boas condições de uso.

2.3.2.6 Elementos de proteção e segurança

A segurança é um fator crucial durante a aplicação de agrotóxicos. Em função disso, é importante que os elementos de proteção das partes móveis como a proteção da árvore cardânica, proteção de correias e polias, bem como, do eixo livre da bomba estejam presentes nos equipamentos e apresentem-se eficazes a sua

finalidade. Neste sentido, foi observado que 64,5% não possuíam proteção das partes móveis e que 100% dos pulverizadores estavam desprovidos da proteção da árvore cardânica (GANDOLFO, 2001). No entanto, Casali (2012) observou que a proteção da árvore cardânica, bem como, das correias e polias se deram em 30,4 e 87,0% dos pulverizadores, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Sichoeki (2013), ao avaliar a proteção da árvore cardânica, o qual observou que somente 60% dos pulverizadores hidráulicos possuíam este equipamento de forma eficiente. Isso é similar ao encontrado por Alvarenga (2009), onde constatou que em 25,0% das amostras avaliadas, a proteção da árvore cardânica estava ausente ou não se apresentava funcional. A situação mais crítica relacionada à segurança foi encontrada por Sichoeki (2013) ao considerar pulverizadores hidropneumáticos, pois, foi observado que somente 43% destas máquinas possuíam a proteção da árvore cardânica. No entanto, ao considerar a proteção de partes móveis, somente 10% dos pulverizadores hidropneumáticos estavam sem estes itens. Salientando ainda que, nenhum pulverizador hidráulico apresentou correias e polias expostas (SICHOCKI, 2013).

Considerando os elementos de segurança e proteção, Dornelles (2008) verificou que somente 33,3% dos pulverizadores apresentavam o incorporador de agrotóxico em bom estado. Em 38,1% o indicador do nível de calda não estava presente e nos pulverizadores em que este item se fez presente, em 5,95% a escala se encontrava ilegível. Dados semelhantes foram obtidos por Sichoeki (2013), uma vez que sete e 10% dos indicadores de nível de calda não se apresentaram visíveis ao considerar os pulverizadores hidráulicos e hidropneumáticos, respectivamente, o que pode levar ao erro o preparo da calda.

É importante que os pulverizadores agrícolas possuam em sua estrutura água limpa e lavagem sob pressão das embalagens, para assim, garantir seu recebimento nas centrais de recolhimento de embalagens de agrotóxicos. Analisando a presença e funcionamento da lavagem das embalagens sob pressão, Sichoeki (2013) observou que 90% dos pulverizadores hidráulicos possuíam este item em condições adequadas de funcionamento e, somente 63% dos hidropneumáticos apresentaram o mesmo funcional. No entanto, a situação mais agravante é que na maioria dos pulverizadores avaliados, a lavagem das embalagens se dava com a própria calda de pulverização, uma vez que somente 53 e 37%, dos pulverizadores hidráulicos e

hidropneumáticos respectivamente, apresentaram reservatório de água limpa para a lavagem destas embalagens (SICHOCKI, 2013).

2.3.2.7 Barra de pulverização e perfil de distribuição

O alinhamento e a estabilidade da barra de pulverização interferem diretamente na qualidade da deposição e distribuição das gotas. Segundo Sichocki (2013), em 36% dos pulverizadores avaliados ocorreram problemas quanto ao alinhamento horizontal e 20% dos pulverizadores apresentaram barras fora do padrão para o alinhamento vertical, o que acarreta diferença na altura das pontas de pulverização e, por consequência, pode afetar diretamente o perfil de distribuição das pontas.

De acordo com a Norma ISO 16122 (2015), ao conduzir inspeção de pulverizadores agrícolas, o coeficiente de variação da distribuição volumétrica ao longo da barra, será aceitável quando atingir amplitude máxima de $\pm 10\%$. Sendo assim, é importante salientar que o perfil de distribuição será afetado pela falta de uniformidade das pontas na barra de aplicação, pelo erro de espaçamento entre os bicos na barra, bem como, pela qualidade das pontas utilizadas.

Ao avaliar o perfil de distribuição de 39 pulverizadores, Gandolfo (2001), constatou que somente um pulverizador apresentou o CV inferior a 10%, sendo que o valor médio encontrado para o coeficiente de variação foi de 18,02%. No entanto, Siqueira (2009) observou que 87,5% dos pulverizadores no Estado do Mato Grosso do Sul apresentaram CV abaixo de 10%, seguido pelos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso, os quais também apresentaram CV inferior a 10% em 84,5, 80,7 e 76,5% dos pulverizadores avaliados, respectivamente. O autor relata ainda que, os pulverizadores avaliados no Estado do Mato Grosso foram os quais apresentaram o maior número de pontas danificadas, representando 82,4% das avaliações.

Em contrapartida, Sichocki (2013) observou que apenas 26% dos pulverizadores apresentaram distribuição volumétrica adequada e constatou ainda que, dentre os pulverizadores avaliados, aqueles equipados com pontas de jato plano apresentaram melhor distribuição quando comparados com os pulverizadores equipados com pontas de jato cônico. Valores mais preocupantes ainda foram

encontrados por Alvarenga (2009) ao observar que 93,3% dos pulverizadores apresentaram CV superior a 15% ao avaliar a distribuição volumétrica.

2.3.2.8 Vazão das pontas de pulverização

A vazão das pontas utilizadas será alterada quando não forem realizadas manutenções no circuito hidráulico do pulverizador. A redução da vazão está relacionada principalmente pela obstrução dos filtros, no entanto, seu aumento se dá pelo desgaste das pontas, o que normalmente é provocado pelo excesso de pressão no sistema, ausência de filtros ou utilização de filtros com malha inadequada para o tipo de ponta utilizada.

Neste sentido, Gandolfo (2001) constatou que 18,4% dos pulverizadores inspecionados apresentaram vazão dentro dos limites de $\pm 10\%$ sobre a média da barra. Porém, a ocorrência média de pontas com vazão fora do limite aceitável foi de 5,5 pontas por pulverizador, com erro médio de 39,8%, e o valor máximo encontrado de 290,8%. Considerando a padronização das pontas utilizadas, o mesmo autor verificou que somente 2,6% dos pulverizadores avaliados utilizavam pontas distintas ao longo da barra de pulverização.

Em trabalho realizado no Estado do Paraná, Antuniassi & Gandolfo (2001), citam que os problemas com as pontas de pulverização se deram em 80,5% dos pulverizadores. De forma semelhante, ao avaliar a conservação das pontas de pulverização, Siqueira (2009) constatou que, em 82,4% dos pulverizadores inspecionados no ano de 2008, as pontas de pulverização encontravam-se desgastadas. Além disso, o Estado do Paraná foi o que apresentou o menor índice para este tipo de avaliação, no entanto, a presença de pontas de pulverização fora dos limites aceitáveis foi considerada alta, representada em 44,4% dos pulverizadores.

Segundo Sichoeki (2013), somente 23% dos pulverizadores hidráulicos e 17% dos pulverizadores hidropneumáticos apresentaram vazão das pontas de pulverização dentro dos limites aceitáveis. No entanto, 32,5% dos pulverizadores apresentaram ao menos uma ponta com vazão fora do limite aceitável, tanto por obstrução da calda, quanto por desgaste das pontas (ALVARENGA, 2009). De acordo com Dornelles (2008), foi observada média de 3,3 pontas inadequadas em cada pulverizador, sendo que o erro mais grave se deu ao constatar 16 pontas

impróprias para utilização em um único pulverizador. Segundo Alvarenga (2009), 26,5% dos pulverizadores apresentaram pontas distintas na barra de pulverização, considerando tanto o tipo da ponta quanto o ângulo de abertura do leque.

2.3.2.9 Calibração dos pulverizadores e volume de aplicação

A calibração dos pulverizadores é a etapa que se deve dar a maior atenção, visto que, é quando irá se determinar o volume de aplicação a ser utilizado efetivamente. Neste sentido, ao avaliar a calibração dos pulverizadores, Dornelles (2008) constatou que 73,8% apresentaram erro de calibração, aplicando volume fora do pré-estabelecido. No entanto, o mesmo autor relacionou que os erros excessivos estiveram ligados a utilização de pontas desgastadas e presença de vazamentos na máquina. Já Casali (2012), observou que o erro de calibração foi observado em 34,72% dos pulverizadores avaliados.

Segundo Gandolfo (2001), 80,2% das unidades avaliadas apresentaram erro na calibração desejada pelo produtor, sendo que, o erro médio obtido foi de 18,9%, totalizando 32 pulverizadores aplicando volume superior ao desejado e 29 pulverizadores aplicando volume inferior. Em outro estudo, o maior erro no volume de aplicação foi encontrado no Estado do Paraná (70,6%), seguido do Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul, representando 61,8, 60,2 e 37,5%, respectivamente. No entanto, observou-se que o maior número de aplicações sobrepostas se deu no estado do Mato Grosso do Sul (30,2%), seguido do Estado do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, representando 29,1, 26,6 e 15,6%, respectivamente. Ao considerar a maior subaplicação, destacou-se o Estado do Mato Grosso (44,9%), seguido do estado do Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul, representando 43,9, 31,4 e 29,5%, respectivamente (SIQUEIRA, 2009).

Em inspeções realizadas em Minas Gerais, os maiores erros com relação ao volume de aplicação foram encontrados em pulverizadores hidropneumáticos, sendo que os extremos foram de 54,8% a menos e 53,6% a mais que o recomendado. No entanto, ao considerar o erro dos pulverizadores hidráulicos, foram observados pulverizadores aplicando 26,9% menos e outros aplicando até 23,3% mais que a recomendação agrônômica (SICHOCKI, 2013). Segundo este mesmo autor, 50% dos pulverizadores avaliados não aplicam o volume de calda desejado.

Considerando o volume de aplicação, foi constatado que 64,5% dos pulverizadores apresentaram erros de calibração, sendo que, 41,9% destes aplicavam menos que o desejado e, 22,6% acima do pré-estabelecido. Este fato implica diretamente na qualidade de aplicação, contaminação das áreas de cultivo e custo do tratamento fitossanitário (ALVARENGA, 2009).

A utilização incorreta da rotação da TDP interfere diretamente no volume de aplicação e, conseqüentemente, na qualidade da atividade. Segundo Balestrini (2006), a rotação de operação da TDP fora da recomendação técnica para que a bomba atinja sua maior eficiência, afeta a agitação da calda e por conseqüência pode acarretar obstrução dos filtros e das pontas de pulverização, caso ocorra a formação de precipitados na calda. Neste sentido, ao avaliar a rotação da tomada de potência, Alvarenga (2009) observou que, em 73,9% dos pulverizadores não estavam operando na rotação de 540 rpm. Destes, 30,4% operavam com rotação da TDP acima de 550 rpm e 43,5% do com rotação abaixo de 530 rpm. Segundo Casali (2012), 42,0% dos pulverizadores avaliados estavam trabalhando com a rotação da TDP de forma incorreta.

Diante dos resultados encontrados pelos trabalhos de pesquisa relatados, fica evidente a necessidade de não somente desenvolver novos equipamentos, mas também a manutenção e o treinamento contínuo dos operadores, para que assim se obtenha melhorias na eficiência das aplicações de agrotóxicos (MATUO, 1998). Neste mesmo contexto, os projetos de inspeção de pulverizadores implantados na Europa verificam não só a condição de trabalho, mas também a adequação dos pulverizadores e dão ênfase ao processo educativo dos operadores e proprietários (ANTUNIASSI & GANDOLFO, 2001).

Em contrapartida, não é o que ocorre no cenário brasileiro, visto que ao considerar as pesquisas anteriores, onde foram realizadas duas etapas de inspeção de pulverizadores agrícolas no RS, por pesquisadores da Universidade Federal de Santa Maria, mostram que, poucas melhorias foram observadas nos pulverizadores. De acordo com a metodologia utilizada por Dornelles (2008), 60,7% dos pulverizadores apresentaram-se desconformes, 34,5% apresentaram desconformidade parcial e somente 4,8% atenderam a este método de avaliação. Estes dados, pouco mudaram quatro anos mais tarde, sendo que a segunda avaliação obteve 47,8% dos pulverizadores em desconformidade, 39,1%

classificados com desconformidade parcial e 13,1% se apresentaram conforme a metodologia utilizada (CASALI, 2012).

Dessa forma, com base nos resultados dos diversos trabalhos analisados, é visto que existe a necessidade de condução da inspeção de pulverizadores agrícolas no Brasil, para possibilitar que os produtores percebam a necessidade de realizar a atividade de pulverização de agrotóxicos de forma correta, evidenciando a melhoria no controle do alvo biológico e a redução do desperdício de produtos fitossanitários, o que, conseqüentemente, irá reduzir os custos da atividade e a contaminação do meio ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho deu origem ao Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas (PIPA), o qual foi subdividido em duas etapas. A primeira etapa correspondeu à construção da estrutura que compôs o conjunto técnico de inspeção de pulverizadores agrícolas e a segunda, ao treinamento da equipe e condução das inspeções técnicas dos pulverizadores agrícolas seguindo a metodologia descrita na norma ISO 16122 (2015). A norma ISO 16122 é composta por quatro partes referindo-se a inspeção de pulverizadores agrícolas e florestais. A primeira parte faz referência aos pulverizadores de forma geral. A segunda refere-se à metodologia desenvolvida para inspeções de pulverizadores com barras horizontais. A terceira menciona os métodos de inspeção a serem empregados em pulverizadores destinados a aplicação de culturas arbóreas e arbustos (turbo atomizadores) e, a quarta, descreve a metodologia para inspeção de pulverizadores fixos e semimóveis.

Considerando a existência das quatro partes da norma ISO 16122, salienta-se que no presente trabalho foram utilizadas as partes I e II da referida norma, avaliando pulverizadores acoplados aos três pontos do sistema hidráulico e à barra de tração dos tratores agrícolas.

3.1 ETAPA I - CONSTRUÇÃO DO CONJUNTO TÉCNICO DE INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES

A construção do conjunto técnico para inspeção de pulverizadores foi dividida em duas fases. Com a finalidade de atender os requisitos descritos na metodologia utilizada, primeiramente foi realizada a aquisição dos equipamentos conforme as exigências descritas na norma ISO 16122 (2015). Este conjunto foi adquirido da empresa *Innovation Technology Environment Quality* (ITEQ), por meio do subprojeto “Qualificação e internacionalização da pesquisa técnico-científica de ensaios e certificações de máquinas agrícolas” aprovado no edital pró-equipamentos nº 024/PRPGP/UFSM de 12 de maio de 2014.

O conjunto é composto por:

- Um equipamento para determinação da vazão das pontas de pulverização (Figura 1), sendo este composto por um caudalímetro e um manômetro digitais, os quais são utilizados concomitantemente, determinando vazão da ponta e pressão do sistema armazenando-os em seu *data logger*. Posteriormente, por comunicação via *wi-fi* com o software ITEQ Communication API Sample v1.0.2[®], realiza-se o backup em um computador, formando um banco de informações do pulverizador avaliado.

Figura 1- Manômetro e caudalímetro digitais para determinação da pressão do sistema e vazão das pontas de pulverização



Fonte: Autor.

- Kit para determinação da pressão do sistema em pulverizadores de barra (Figura 2), composto por três manômetros analógicos com escala de 0 a 571 kPa (zero a seis bar) de pressão. Este possui sistema de engate rápido para ponta de pulverização e para acoplá-lo à barra de pulverização, o que agiliza a inspeção dos pulverizadores.

Figura 2 – Manômetro analógico de precisão com escala de zero a seis bar



Fonte: Autor.

- Kit para determinação da pressão do sistema em turbo atomizadores (Figura 3), composto por dois manômetros analógicos com escala de 0 a 1904 kPa (zero a 20 bar) de pressão. Este possui suportes metálicos para fixação junto ao pulverizador, duas mangueiras flexíveis de alta pressão e engates rápidos, o que facilita a atividade.

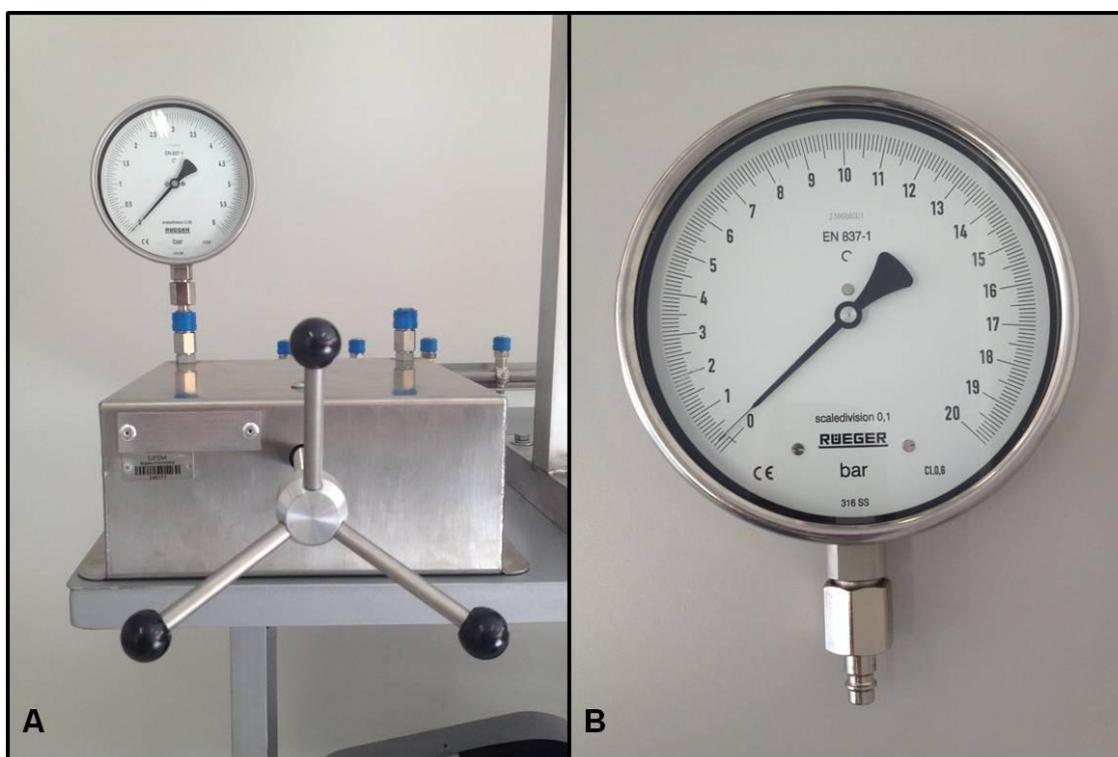
Figura 3 – Manômetro analógico de precisão com escala de zero a 20 bar



Fonte: Autor.

- Calibrador para aferição do manômetro dos pulverizadores (Figura 4A), composto por uma bancada que possui em seu interior um tubo comunicante o qual conecta o manômetro de precisão ao manômetro a ser aferido. Para esta atividade se tem disponível dois manômetros de precisão, um com escala de 0 a 571 kPa (zero a seis bar) e outro com escala de 0 a 1904 kPa (zero a 20 bar) de pressão (Figura 4B).

Figura 4 – Bancada para aferição do manômetro dos pulverizadores (A), manômetro de precisão com escala de zero a 20 bar (B)



Fonte: Autor.

- Equipamento para avaliação das pontas de pulverização (Figura 5), composto por uma estrutura metálica dotada de válvula reguladora que possibilita a alteração da pressão interna do sistema e ainda dois orifícios para a saída de água, possibilitando a conexão de um manômetro de precisão e da ponta de pulverização a ser avaliada.

Figura 5 – Estrutura para avaliação das pontas de pulverização



Fonte: Autor.

- Equipamento para aferição dos manômetros de precisão (Figura 6), composto por uma estrutura metálica que possibilita a revisão periódica dos equipamentos que compõe o conjunto técnico de inspeção de pulverizadores.

Figura 6 – Estrutura para aferição dos manômetros de precisão



Fonte: Autor.

- Kit de conexões para realizar a instalação dos equipamentos nos pulverizadores (Figura 7A) e manômetro digital de precisão com escala de 0 a 1904 kPa (zero a 20 bar) de pressão para verificar a oscilação da mesma no sistema de pulverização durante seu funcionamento (Figura 7B).

Figura 7 – Conexões para instalação dos equipamentos (A), manômetro digital (B)



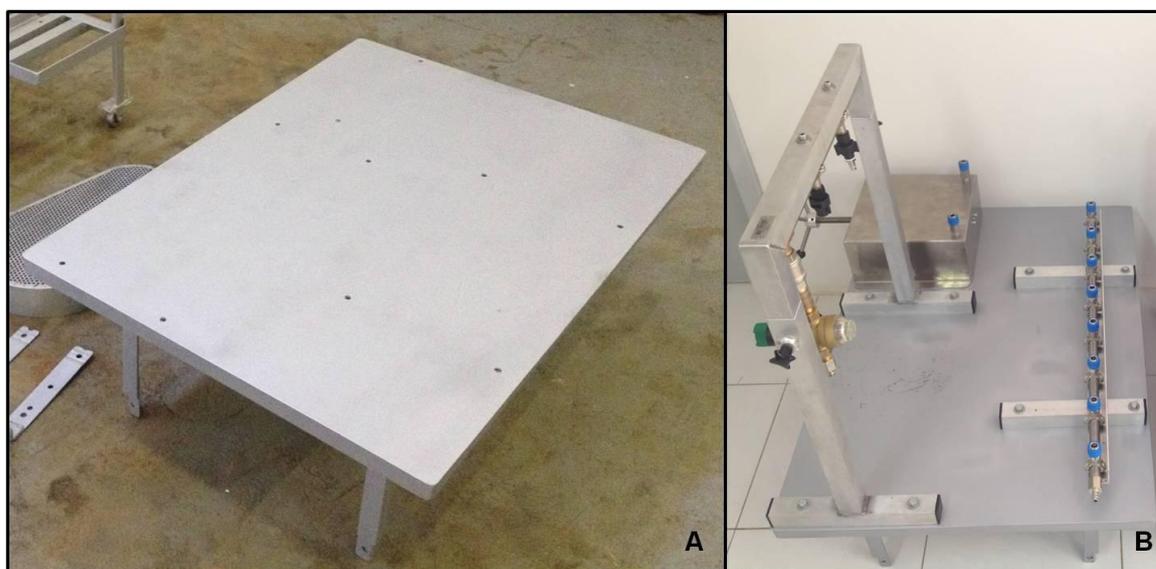
Fonte: Autor.

Após o recebimento dos equipamentos, deu-se início a segunda fase deste trabalho, determinando-se as dimensões necessárias para a construção da bancada. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Agrotecnologia (Agrotec), o qual faz parte do Núcleo de Ensaio de Máquinas Agrícolas (NEMA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

A escolha pela configuração estrutural baseou-se nos critérios para minimizar custos, alocar de forma adequada os equipamentos de inspeção, pela facilidade de montagem e transporte da estrutura para avaliação dos equipamentos a campo. Utilizou-se chapas metálicas do tipo barra de perfil “L” com 5,5 mm de espessura e 32 mm de largura e uma chapa metálica “plana” com dimensão de 720 mm de largura, 1000 mm de comprimento e 2 mm de espessura que compôs a parte superior da bancada.

Para facilitar o transporte, a construção da estrutura foi desenvolvida com a utilização de parafusos para união das partes, possibilitando desta forma que a bancada fosse desmontada para economizar espaço no momento do transporte (Figura 8). Toda esta estrutura está montada sobre rodas para facilitar sua movimentação em ambiente pavimentado.

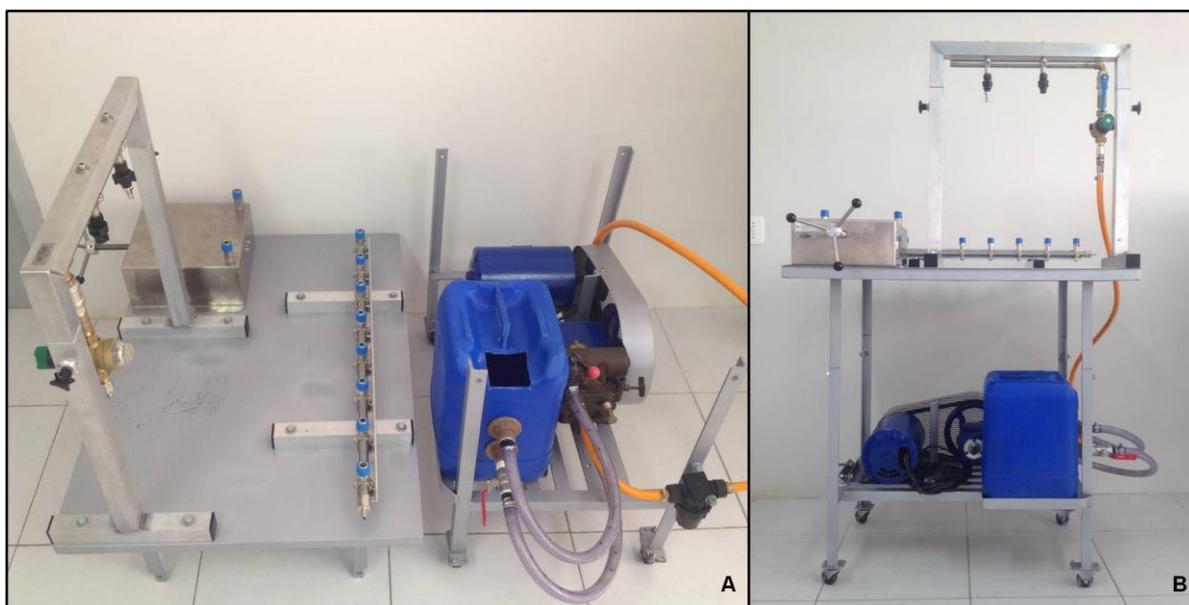
Figura 8 – Estrutura sem os equipamentos (A), estrutura com equipamentos fixados por meio da utilização de parafusos (B)



Fonte: Autor.

A bancada foi desenvolvida nas dimensões de 1000 mm de comprimento, 720 mm de largura e 1000 mm de altura, sendo que, para o transporte pode ser desmembrada em duas partes (Figura 9). A determinação destas medidas se deu em razão da adequação e alocação dos equipamentos, pois ao fixá-los na bancada a largura passa a ser de 1450 mm e a altura total de 1660 mm.

Figura 9 – Bancada desmembrada em duas partes para transporte (A), bancada montada para inspeção dos pulverizadores (B)



Fonte: Autor.

Após finalizada esta etapa, foram fixados o motor, a bomba e o reservatório de água. Foi utilizado um motor trifásico da marca Arno[®], com potência de 2,0 CV, frequência de 60 Hertz (Hz) e rotação de 1730 rpm (quatro pólos), sendo este, dimensionado de acordo com a necessidade de potência demandada pela bomba. Para pressurizar o sistema foi utilizado uma bomba de três pistões da marca Hatsuta[®], modelo S25, com rotação máxima de 800 rpm e vazão máxima de 1500 L h⁻¹, trabalhando com pressão máxima de até 3333,3 kPa (500 lb pol⁻²).

O acoplamento entre o motor e a bomba se deu por meio de um conjunto de polias e correias, sendo a polia motora com diâmetro de 120 mm e a polia movida de 220 mm, acionadas através de duas correias “v”, perfil B, tamanho B-39, com largura do perfil de 16,7 mm, altura de 10,3 mm e distância entre centros de 258 mm. O dimensionamento das polias e correias foi realizado com o auxílio do *software* Correias Universal[®] (Figura 10). Considerando ainda o acoplamento entre o motor e a bomba, para proporcionar a tensão adequada das correias e o funcionamento do sistema, o motor foi fixado sob uma estrutura corrediça (tensor).

Figura 10 – Layout do software Correias Universal®



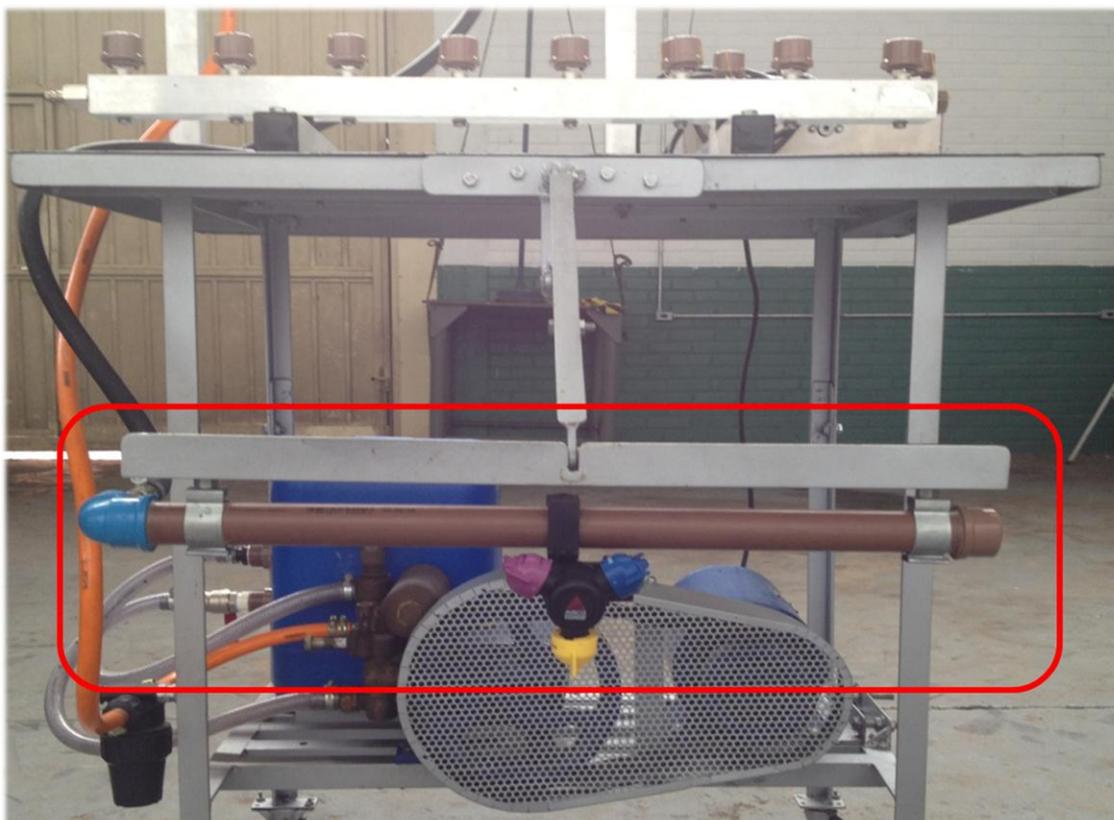
Fonte: Autor.

Ao considerar o reservatório de água para o funcionamento do sistema, foi usado um recipiente plástico com capacidade volumétrica de 20 L. Por meio da utilização de um circuito hidráulico realizou-se a conexão da admissão e retorno de água excedente do sistema, sendo que, após a admissão da bomba, a água sob pressão passa por um sistema de filtragem, com malha de 80 mesh, e então é conduzida até a ponta de pulverização.

A construção da bancada foi planejada para realizar também a avaliação de distribuição das pontas de pulverização de forma isolada. Para isso, em sua face frontal foi desenvolvida uma estrutura metálica onde a tubulação de policloreto de vinila (PVC) com 32 mm de diâmetro e 2 mm de espessura com capacidade máxima de pressão de 750 kPa (112 lb pol⁻²), está fixada a uma cantoneira com 3 mm de espessura e 600 mm de comprimento. Nesta tubulação foi colocado um corpo de bico múltiplo para três pontas, composto por válvula anti-gotejo, capa e filtro (Figura

11). A estrutura permite alterar a altura da ponta em relação à mesa de distribuição, sendo que a variação se dá entre 460 mm a 1220 mm em relação ao solo para atender as especificações técnicas das pontas de pulverização.

Figura 11 – Estrutura para avaliação isolada das pontas de pulverização



Fonte: Autor

3.2 ETAPA II – CONDUÇÃO DA INSPEÇÃO TÉCNICA DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS CONFORME A NORMA ISO 16122

O Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas (PIPA) teve início em novembro de 2015. Primeiramente foi realizado o treinamento da equipe que contribuiu na execução das atividades, bem como o teste, adequação e validação da metodologia utilizada. A equipe envolvida na condução das atividades foi composta por três pesquisadores, cinco alunos de pós-graduação e cinco alunos de graduação

da UFSM. Em um segundo momento, se deu início às avaliações dos pulverizadores de barra utilizando a metodologia descrita na norma ISO 16122 (2015).

A condução das inspeções foi feita por meio da realização de visitas em cada propriedade rural e, quando possível, os pulverizadores foram reunidos em locais pré-determinados o que permitiu agilizar o processo de inspeção (Figura 12).

Figura 12 - Pulverizadores reunidos em local pré-determinado



Fonte: Autor.

A escolha das propriedades foi dada de forma aleatória visando avaliar o estado de uso e conservação dos pulverizadores disponíveis no mercado brasileiro utilizados na região Central e da Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Desta maneira, foi possível inspecionar 56 pulverizadores de barra, os quais foram divididos conforme seu tipo de acoplamento aos tratores agrícolas (sistema hidráulico de três pontos e à barra de tração) o que possibilitou determinar o nível de manutenção e o status tecnológico dos pulverizadores utilizados nas regiões avaliadas.

Com o objetivo de permitir maior visibilidade deste projeto, foram confeccionados materiais de divulgação (Apêndices A e B) e, distribuídos em eventos científicos, técnicos e de extensão, bem como em revendas de máquinas e

implementos agrícolas das regiões de abrangência do projeto. É importante destacar que o acesso aos produtores rurais foi facilitado pelo contato prévio realizado pela equipe técnica da Emater/RS na região Central, bem como, da Aero Agrícola Itaquiense na região da Fronteira Oeste.

3.2.1 Realização das atividades de inspeção

A inspeção somente era realizada mediante autorização do proprietário e na presença do operador, sendo que, primeiramente era realizada a apresentação da equipe, do projeto e da metodologia utilizada. Para realização das inspeções, foi utilizado o conjunto técnico de inspeção de pulverizadores agrícolas (Figura 13), que atende os requisitos da norma ISO 16122. Este equipamento está composto de dispositivos eletrônicos para determinar a vazão das pontas de pulverização, sensores digitais para calibração, medidores de pressão do sistema e bancada para aferição do manômetro utilizado nos pulverizadores.

Figura 13 – Conjunto técnico de inspeção de pulverizadores agrícolas



As inspeções foram realizadas através de avaliações qualitativas e quantitativas. Entre os levantamentos quantitativos foram tomadas informações correspondentes ao volume de aplicação real do pulverizador, vazão e condição de utilização das pontas, sistema de pressão e vazão da bomba de pulverização, espaçamento entre bicos e aferição do manômetro. Como levantamentos qualitativos foram relacionados as informações sobre proteção da árvore cardânica, presença de vazamentos, resíduos de agrotóxicos, depósito de calda e água limpa, filtros, mangueiras e registros. Dessa forma, foi levada em consideração a presença, o estado de uso e conservação das partes que compõem os pulverizadores.

A classificação final de cada equipamento era determinada em: conforme, conformidade parcial e desconforme às premissas descritas na norma ISO 16122 (2015). Quando classificado como conformidade parcial ou desconforme, era realizado o esclarecimento ao proprietário do equipamento sobre quais medidas deveriam ser tomadas para correção dos pontos constatados. Esta determinação esteve relacionada de acordo com o risco que apresentavam ao meio ambiente, ao operador ou influência sobre a eficiência na aplicação. Depois de inspecionados, os pulverizadores receberam uma identificação de conformidade com seu número e data da realização da inspeção, possibilitando, desta forma, ter o controle em uma base de dados dos equipamentos já inspecionados (Apêndice C). Nesta base de dados consta a identificação do pulverizador, sua marca, data da inspeção, conformidade com a norma ISO e coordenadas geográficas da propriedade, obtidas pela utilização de um *Global Positioning System* (GPS) de navegação da marca Garmin modelo Etrex Vista[®] (Figura 14). Ao proprietário do equipamento era entregue um relatório onde constaram dados sobre a inspeção, desconformidades observadas e medidas possíveis de serem tomadas para sua correção (Apêndice D).

Figura 14 – Aquisição das coordenadas geográficas da propriedade por meio da utilização de GPS



Fonte: Autor.

Anteriormente ao início da inspeção era aplicado um questionário destinado ao operador do pulverizador para obter informações do seu nível de escolaridade, dos conhecimentos básicos sobre aplicação de agrotóxicos e, se a execução das atividades de pulverização era realizada de acordo com a Norma Regulamentadora – NR 31 (Apêndice E). Posteriormente, era realizada uma entrevista com o proprietário ou preposto, onde se levantaram informações sobre a propriedade, área cultivada, culturas, número de aplicações, horas de utilização, modelo do equipamento e suas características técnicas. Na sequência, se dava início à atividade de inspeção, sendo realizada na forma de avaliação das partes estruturais do trator e do pulverizador. As atividades de inspeção foram divididas em elementos de proteção e segurança, equipamentos (depósito, manômetro, filtros, barra, pontas e bomba) e itens de operação (Apêndice F). Para isso, ao realizar o contato prévio com o produtor, o mesmo era informado que o reservatório de calda deveria estar preenchido com água limpa em 50% do seu volume nominal.

3.2.1.1 Elementos de proteção e segurança

A presença e o funcionamento dos elementos de proteção são importantes para a aprovação do pulverizador na inspeção. Neste item era levado em consideração a presença e o estado de conservação do mecanismo de proteção da junta cardânica, proteção de correias e polias, proteção do eixo livre da bomba, recipiente com água limpa e presença de vazamentos.

A avaliação dos vazamentos era realizada de forma estática e dinâmica por meio da análise visual do pulverizador por um dos integrantes da equipe, de forma a identificar o número de vazamentos em todo o circuito hidráulico (bomba, depósito, pontas, bicos, compensador de calda, mangueiras e conexões). Os vazamentos identificados foram divididos em: vazamentos contínuos (escorrimento) e gotejamento.

3.2.1.2 Equipamentos

3.2.1.2.1 Inspeção do depósito

Primeiramente era avaliado o fechamento do depósito, pela presença, funcionamento, estado de uso e conservação da tampa. Posteriormente era avaliada a presença e legibilidade do indicador do nível da calda, restos de produtos na parte interna e externa do reservatório, presença do incorporador de produtos e seu orifício de sucção, devendo apresentar diâmetro máximo de 20 mm, lavagem de embalagens sob pressão, reservatório de água limpa para lavagem das embalagens, válvula de drenagem do reservatório de calda e válvula anti-retorno do carregamento de água. Além disso, também levava-se em consideração a presença do compensador de pressão.

3.2.1.2.2 Inspeção do manômetro

Primeiramente se determinava a presença e se o mesmo estava visível ao operador; posteriormente, o tipo do manômetro (analógico ou digital), se analógico, seu nível de glicerina, escala e legibilidade. Para ser aprovado no item escala, o manômetro deveria apresentar escala mínima a cada 19 kPa (0,2 bar) para pressão

de trabalho inferior a 476 kPa (5,0 bar) e escala mínima a cada 95,2 kPa (1,0 bar) para pressão de trabalho entre 476 e 1904 kPa (5,0 e 20,0 bar). Com relação ao diâmetro do manômetro, este deveria apresentar, no mínimo, 63 mm para ser aprovado.

Avaliava-se também a funcionalidade do regulador de pressão e da válvula de acionamento da pulverização. O dispositivo de ajuste de pressão deve mantê-la constante no sistema, com tolerância de $\pm 10\%$ e, deve retornar dentro de dez segundos para a pressão de trabalho, $\pm 10\%$ após o pulverizador ser desligado e ligado novamente. A pressão utilizada para avaliação deste item era de 285,6 kPa (3,0 bar).

Posteriormente era aferida a precisão do manômetro. Para esta avaliação, era necessário retirar o manômetro do pulverizador e acoplá-lo a uma estrutura denominada bancada para aferição de manômetros (Figura 15). Esta, por meio da utilização de um tubo comunicante, faz a conexão do manômetro do pulverizador em inspeção com um manômetro calibrado e de alta precisão sendo que, a tubulação é ligada a um cilindro contendo um êmbolo. Este êmbolo é acionado pelo movimento retilíneo alternativo, obtido pelo acionamento manual de uma rosca sem-fim. O movimento da rosca e, conseqüentemente, a mudança de posição do êmbolo promove a pressurização do fluido (óleo lubrificante SAE 15) no interior do cilindro, realizando desta forma, a comunicação entre os manômetros, o que possibilita a aferição por meio da comparação entre os dois.

A avaliação era realizada em diferentes níveis de pressão conforme a escala apresentada ou, conforme o tipo de ponta utilizada. Para manômetros que equipam pulverizadores com pontas de pulverização do tipo jato plano, os níveis de pressão eram: 95, 190, 285, 380, 476 e 571 kPa (um, dois, três, quatro, cinco e seis bar). No entanto, para a aferição dos manômetros que equipam pulverizadores com pontas do tipo jato cone (cheio ou vazio), os níveis de pressão eram: 95, 190, 285, 380, 476, 571, 666, 761, 856, 951, 1046, 1141, 1236, 1331, 1426, 1521, 1616, 1711, 1806 e 1901 kPa (um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 bar), avaliados tanto em ordem ascendente como descendente. Posteriormente, se realizaram os cálculos para a identificação de diferenças (caso ocorressem) entre ambas as faixas de leitura. Para este item, o valor máximo aceitável de diferença foi de $\pm 10\%$ na pressão, entre o manômetro do pulverizador e o manômetro de precisão.

Figura 15 – Bancada para aferição do manômetro dos pulverizadores



Fonte: Autor.

3.2.1.2.3 Inspeção dos filtros

A avaliação era realizada por meio da visualização das condições de filtragem, observando primeiramente, a presença dos filtros, do sistema de abastecimento do pulverizador, da bomba de pulverização, do reservatório de calda, dos filtros de linha e das pontas de pulverização. Todos eram removidos de seu local realizando-se a observação da presença de resíduos e deterioração das malhas de filtragem. Durante a inspeção destes, também avaliava-se o funcionamento do registro para realizar a limpeza dos filtros.

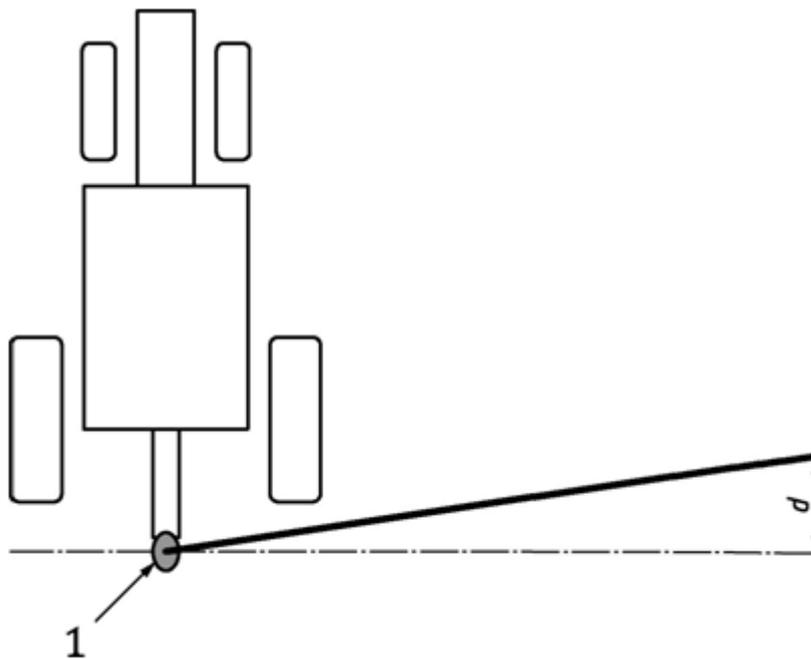
3.2.1.2.4 Inspeção da barra de pulverização

Para avaliação da barra de pulverização, de forma visual, levava-se em consideração a sua estabilidade e simetria, o posicionamento das mangueiras, presença do sistema de segurança, dispositivo para ajuste de altura, proteção das

pontas externas (obrigatória para barras maiores que dez metros de comprimento) e distância entre bicos (determinado pela utilização de uma trena milimétrica), a qual era considerada aceitável ao apresentar diferença máxima de $\pm 5\%$ da recomendação padrão para a ponta utilizada.

No que diz respeito à uniformidade vertical e horizontal da barra, há necessidade da presença e funcionamento dos mecanismos de amortecimento e estabilização. As avaliações relacionadas ao desgaste das peças e, conseqüentemente, variação vertical e horizontal da barra de pulverização eram realizadas com a utilização de uma trena milimétrica. A variação máxima aceitável verticalmente era de ± 10 cm ou $0,5\%$ (o que for maior) em relação ao comprimento da barra. Já para estabilização horizontal a variação máxima aceitável era de $\pm 2,5\%$ em relação ao seu comprimento, a avaliação era determinada conforme representado na Figura 16.

Figura 16 – Determinação da estabilidade horizontal de barra de pulverização



Fonte: Adaptado da Norma ISO 16122, 2015.

1 – centro da barra de pulverização.

d – deformação máxima em relação ao ponto central da barra de pulverização.

Ao considerar a inspeção do estado de uso e conservação das mangueiras, esta era realizada por meio da avaliação visual sobre sua disposição na barra e

deposição de gotas em partes estruturais do equipamento, bem como, a presença de dobraduras, vazamentos de calda e problemas que pudessem afetar a livre circulação da calda no circuito hidráulico.

3.2.1.2.5 Inspeção das pontas de pulverização

Primeiramente era verificada a uniformidade visual das pontas de pulverização pelo reconhecimento do tipo que compunha a barra. Conforme o tipo de ponta avaliava-se o ângulo de ranhura com a utilização de um transferidor, sendo que, para este item ser aprovado, o ângulo máximo aceitável de cada ponta era de dez graus. Posteriormente determinava-se a presença e o funcionamento das válvulas antigotejo, sendo que, para realizar a avaliação, ligava-se o sistema de pulverização até que o circuito hidráulico fosse preenchido em sua totalidade e a pressão do sistema fosse estabilizada. Posteriormente, desligava-se o sistema de pulverização, posto que, para este item ser aprovado, o tempo máximo de gotejamento após cessar a pulverização deveria ser de no máximo cinco segundos.

Na sequência, por meio da utilização de um caudalímetro digital (Figura 17) era determinada a vazão de cada ponta, possibilitando desta forma, comparar com a premissa determinada nas especificações técnicas dos fabricantes de pontas de pulverização disponíveis no mercado brasileiro.

Figura 17 – Determinador digital (caudalímetro) da vazão das pontas de pulverização



Fonte: Autor.

A avaliação da vazão era realizada com a utilização do próprio sistema de pressurização do pulverizador com as pontas montadas na barra de pulverização conforme descrito na norma ISO 16122 (2015). Neste sentido, para ser realizada a avaliação colocava-se o trator em funcionamento, acionava-se a tomada de potência (TDP) a uma rotação de 540 rpm e após estabilizada a rotação, o sistema de pulverização era acionado. Posteriormente a estabilização da pressão do sistema, iniciava-se a coleta em cada ponta que compunha a barra conforme determinado na norma ISO 16122 (Figura 18).

Na barra de pulverização era acoplado um manômetro digital, o qual, por meio de comunicação *wi-fi*, com o caudalímetro, armazenava os dados de pressão a cada ponto de coleta durante a determinação da vazão das pontas. Posteriormente, em planilha Excel[®], foram realizados os cálculos para verificação de conformidade das pontas. Desta forma, consideravam-se aprovadas as pontas que não excedessem $\pm 10\%$ da vazão em relação à mesma quanto a sua especificação técnica, para pontas com vazão maior ou igual a $1,0 \text{ L min}^{-1}$ e $\pm 15\%$ para pontas com vazão menor $1,0 \text{ L min}^{-1}$ considerando a utilização da pressão máxima para o tipo de ponta utilizada. No entanto, para aquelas que se apresentaram desconformes à

metodologia descrita, era solicitada a sua substituição a fim de garantir a qualidade na aplicação e uniformidade de distribuição das gotas.

Figura 18 – Determinação da vazão das pontas de pulverização com a utilização do caudalímetro



Fonte: Autor.

É importante salientar que após o quinto pulverizador inspecionado o caudalímetro apresentou avarias e houve a necessidade de ser recalibrado. Sendo assim, para manter a legitimidade dos dados a equipe envolvida no projeto de inspeção optou por utilizar provetas graduadas para determinação da vazão das pontas (Figura 19) e realizar a coleta durante o período de um minuto em cada ponta de pulverização. A partir deste momento, uma pessoa era encarregada de cronometrar o tempo de coleta e registrar as informações obtidas; outra era responsável por coletar a vazão das pontas e outra somente para fazer a leitura da pressão do circuito hidráulico e do volume obtido, para assim, minimizar erros durante a determinação.

Segundo descrito na norma ISO 16122 (2015), o equipamento utilizado para determinação da vazão das pontas não deve ser necessariamente eletrônico. No entanto, não deve apresentar erro superior a $\pm 2\%$, o que foi possível com a utilização de provetas de vidro com capacidade volumétrica de um litro, as quais

apresentavam erro máximo de 1%. Sendo assim, da mesma forma que realizado com o caudalímetro, fez-se a utilização de um manômetro no centro de cada seção da barra de pulverização para determinar a pressão do sistema em todos os pontos de coleta.

Figura 19 - Determinação da vazão das pontas de pulverização com a utilização de provetas graduadas



Fonte: Autor.

A distribuição transversal das pontas que equipavam a barra era avaliada por meio da utilização de uma mesa de distribuição da marca Hypro[®] (Figura 20). Esta mesa é construída em polímero sintético, possui 1000 mm de largura por 975 mm de comprimento, sendo composta por 20 calhas de coleta com largura de 50 mm e profundidade de 41 mm cada. Os coletores que permitem a determinação do volume transversal são compostos por provetas graduadas a cada um mL com capacidade máxima de 100 mL. Desta forma, a avaliação da distribuição era realizada em três pontos distintos da barra (extremidade esquerda, centro da barra e extremidade direita), sendo que a altura da barra do pulverizador era determinada conforme a recomendação dos fabricantes das pontas, sob consulta prévia no catálogo dos mesmos. Após realizada a coleta, por meio da utilização do cálculo do coeficiente de variação (CV), era avaliado o perfil de distribuição, sendo que considerava-se adequado (até 10%) ou inadequado (acima de 10%).

Figura 20 – Mesa utilizada para avaliação da distribuição transversal das pontas de pulverização



Fonte: Autor.

É importante salientar que para a determinação da vazão das pontas e, para a avaliação do perfil de distribuição, a pressão utilizada no sistema era determinada conforme o tipo de ponta presente na barra de pulverização. Ao serem utilizadas pontas de jatos planos, a pressão aplicada era de 285 kPa (3,0 bar); no entanto, quando a barra estava composta por pontas de jatos cônicos, a pressão usada era de 666 kPa (7,0 bar).

3.2.1.2.6 Inspeção da bomba de pulverização

Primeiramente, determinava-se o nível do óleo lubrificante, a presença do agitador de calda, seu funcionamento e tipo (hidráulico ou mecânico). Posteriormente, se realizava a determinação de vazão da bomba; para tal, se desconectava o circuito hidráulico, item que compreende a condução do líquido entre a bomba do pulverizador e o sistema de pressurização (regulador de pressão). Realizado este procedimento, dava-se a partida no motor do trator, acionava-se a

TDP a uma rotação de 540 rpm e, somente após estabilizar a rotação, se realizava coleta da água durante dez segundos utilizando um recipiente plástico com capacidade volumétrica de 50 L. Na sequência, realizava-se determinação da vazão real (L min^{-1}) da bomba com auxílio de uma proveta graduada. Havendo diferença com a vazão nominal declarada pelo fabricante, a tolerância para aprovação era de, no máximo, $\pm 10\%$.

Para a avaliação da pulsação de pressão da bomba, retirava-se o manômetro utilizado no pulverizador e colocava-se um manômetro digital de precisão (Figura 21). A pressão utilizada para esta avaliação era de 285 kPa (3,0 bar) sendo que, se houvesse variação na pressão do sistema (pulsação), esta não deveria exceder $\pm 10\%$.

Figura 21 – Avaliação da pulsação de pressão da bomba de pulverização



Fonte: Autor.

Posteriormente era realizada a avaliação da queda de pressão do sistema, a qual pode ocorrer devido a problemas na bomba ou perda de carga ao longo da tubulação, sendo esta determinada por meio da utilização de um manômetro

analógico ao final de cada seção da barra (Figura 22). Para tanto, era utilizada a pressão máxima recomendada pelos fabricantes de pontas de pulverização, sendo que, a diferença aceitável era de $\pm 10\%$ entre a pressão próxima da bomba e a pressão ao final de cada seção.

Figura 22 – Avaliação da queda de pressão do sistema



Fonte: Autor.

Após a aferição da queda de pressão do sistema, era determinada a variação de pressão com as seções fechadas. Para realizar esta avaliação, independente do número de seções que compunha a barra do pulverizador, fechava-se uma a uma e a diferença de pressão no manômetro digital instalado no pulverizador não deveria exceder $\pm 10\%$ da pressão registrada com todas as seções em funcionamento. Esta era regulada em 285 kPa (3,0 bar), antes de iniciar o procedimento.

Para avaliar a variação da pressão com a pulverização desligada, primeiramente regulava-se a pressão do sistema em 3,0 bar com todas as seções em funcionamento, posteriormente desligava-se a pulverização e, somente após dez segundos realizava-se a leitura da pressão indicada no manômetro instalado no pulverizador. Para este item ser aprovado, a diferença não poderia exceder $\pm 10\%$.

Com a finalidade de determinar a distribuição de pressão em cada seção do pulverizador, era colocado um manômetro de precisão no início da seção e outro ao seu final (Figura 23), ajustando a pressão de pulverização compatível com a máxima pressão informada pelo fabricante da ponta de pulverização e, posteriormente, se realizavam as avaliações. Para estar em conformidade, a diferença entre estes manômetros não poderia exceder $\pm 10\%$.

Figura 23 – Avaliação da distribuição de pressão nas seções dos pulverizadores



Fonte: Autor.

3.2.1.3 Operação

Sobre o processo de operação, eram levantadas informações referentes ao volume teórico ($L ha^{-1}$) desejado pelo produtor para realizar a atividade de pulverização, bem como, informações relativas ao trator onde o pulverizador estava acoplado. Neste item realizavam-se as aferições do volume real de aplicação, bem como, da vazão do fluxômetro (quando presente no pulverizador). Para aferir o volume real, eram utilizados os dados referentes à média da vazão coletada em cada ponta de pulverização e, por meio da equação (1), era constatado se a calibração se encontrava de forma correta quando a diferença máxima, entre o volume teórico e o volume real, era de $\pm 5\%$.

$$Q = \frac{600 \times q}{V \times E} \quad (1)$$

Onde:

- Q – Volume de aplicação (L ha⁻¹);
 600 – Fator de conversão de unidades;
 q – Vazão de calda por ponta de pulverização (L min⁻¹);
 V – Velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado (km h⁻¹);
 E – Espaçamento entre pontas (m).

De forma semelhante, a avaliação do fluxômetro era realizada pela comparação da vazão informada pelo sistema eletrônico do pulverizador (computador de bordo) e a vazão total da barra coletada, sendo aprovados os fluxômetros que apresentaram erro máximo de $\pm 5\%$ em contraste a vazão real da barra de pulverização.

Com relação às informações relativas ao trator, levava-se em consideração se o posto de operação era cabinado, plataformado ou acavalado e, se possuía estrutura de proteção contra capotamento (EPCC). Avaliou-se também, a velocidade de operação do conjunto mecanizado por meio da utilização da seguinte equação (2):

$$V = \frac{180}{T} \quad (2)$$

Onde:

V - Velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado (km h⁻¹);

180 - Fator de conversão de unidades;

T – Tempo de deslocamento do conjunto mecanizado em 50 metros (expresso em segundos).

Nas avaliações do referido item, também era considerado o funcionamento do tacômetro e do acelerador manual, bem como, a rotação da tomada de potência. Para a aferição do último item descrito, primeiramente ligava-se o motor do trator e acionava-se a TDP. Posteriormente, colocava-se o motor em regime de trabalho (rotação do motor equivalente a 540 rpm na TDP) e então se realizava a avaliação da legitimidade da informação disponível no tacômetro do trator. Também determinava-se a rotação da TDP utilizada pelos operadores nas pulverizações

agrícolas. Estas aferições eram possíveis por meio da utilização de um tacômetro digital marca Minipa® modelo MDT 2238A (Figura 24).

Figura 24– Avaliação da rotação da TDP por meio da utilização do tacômetro digital



Fonte: Autor.

3.2.2 Classificação dos pulverizadores

Ao final da atividade era entregue ao produtor ou preposto o relatório da inspeção, contendo os dados de identificação do pulverizador avaliado, as características levantadas durante a realização do trabalho e sua classificação. Para esse fim, foi criado um índice de aprovação denominado índice PIPA (Apêndice G), o qual, através dos valores atribuídos aos pontos avaliados segundo a norma ISO 16122, os pulverizadores foram classificados em conforme, conformidade parcial ou desconforme quando atingiram índices acima 90%, entre 89 e 70% e abaixo de 69%, respectivamente. Para esta classificação, o índice PIPA foi subdividido em três itens principais: segurança, equipamentos e operação os quais representaram respectivamente, 40%, 35% e 25% da classificação final de cada pulverizador, conforme o grau de importância destacado na metodologia utilizada. O percentual de classificação atribuído aos sub-itens e suas divisões está expresso no apêndice H. Este foi desenvolvido com o objetivo de elaborar uma proposta visando padronizar os critérios de classificação dos pulverizadores agrícolas a serem empregados em

projetos futuros que utilizem a norma ISO 16122 (2015) para inspeção de pulverizadores.

Havendo conformidade parcial ou desconformidade do pulverizador, a equipe responsável pela atividade colocava-se à disposição para realizar nova inspeção após as adequações sugeridas, permitindo, desta forma, o acompanhamento das condições de uso e manutenção de cada pulverizador. Em ambos os casos, era relatado ao proprietário esclarecimentos dos problemas observados e a melhor maneira de solucioná-los para a adequação das atividades. Neste sentido, a título de identificação do pulverizador conforme sua classificação, foram desenvolvidas etiquetas adesivas as quais possuíam o número do equipamento avaliado e a data da avaliação (Apêndice I).

Portanto, ao final desta etapa do projeto, pode-se identificar os problemas mais frequentes nos pulverizadores, possibilitando intervir com ações que minimizem o erro e aumentem a qualidade das pulverizações de agrotóxicos.

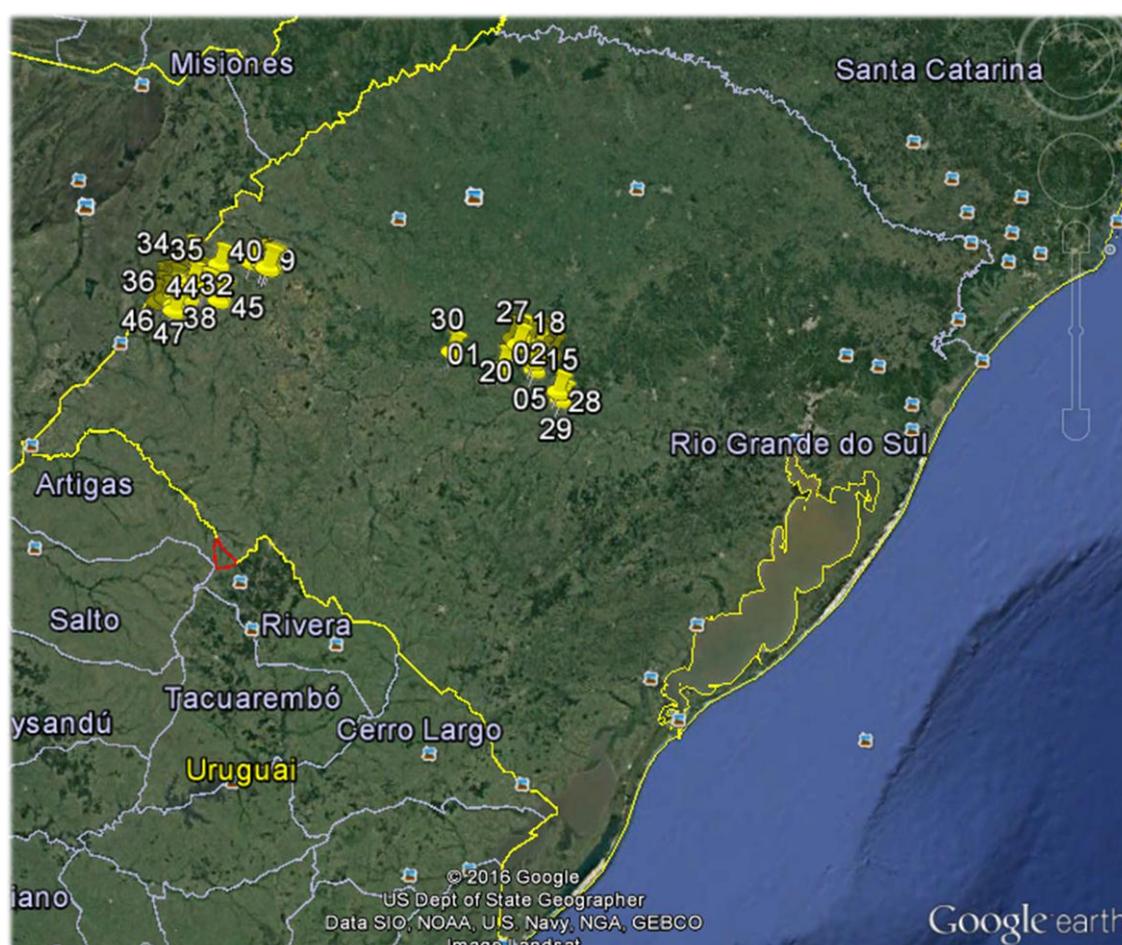
Após as avaliações, os dados coletados foram submetidos a uma análise exploratória por meio de utilização da estatística descritiva com uso de frequência percentual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 REGIÕES DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES E PULVERIZADORES INSPECIONADOS

A condução do Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas (PIPA) se deu em duas regiões do Estado do Rio Grande do Sul, totalizando nove municípios. Na região Central do Estado, os municípios abrangidos foram Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Restinga Seca, Santa Maria, São João do Polêsine e São Pedro do Sul. Na região da Fronteira Oeste, abrangeu os municípios de Itaqui e Maçambará (Figura 25).

Figura 25 – Distribuição espacial da abrangência do Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas



Fonte: Google Earth, 2016.

No total, foram inspecionados 56 pulverizadores agrícolas, sendo que, pulverizadores acoplados aos três pontos do trator representaram 55,36% e pulverizadores acoplados à barra de tração do trator, representaram 44,64% do total (Tabela 1). Analisando os dados obtidos por Machado (2014), pode-se observar que o tipo de pulverizador inspecionado está relacionado às características intrínsecas da região de atuação do projeto, uma vez que, ao realizar inspeção de pulverizadores de barra na região de Guarapuava-PR, a composição amostral obtida por este autor foi representada por 85,30% de pulverizadores acoplados a barra de tração do trator e 14,70% por pulverizadores autopropelidos, não havendo pulverizadores acoplados ao sistema hidráulico de três pontos do trator.

Tabela 1 - Municípios onde as inspeções foram realizadas e o número de pulverizadores agrícolas inspecionados conforme, a forma de acoplamento ao trator

Municípios	Tipo de acoplamento ao trator		Total
	Três pontos	Barra de tração	
Dona Francisca	4	0	4
Faxinal do Soturno	14	0	14
Itaqui	0	21	21
Ivorá	3	0	3
Maçambará	1	2	3
Restinga Seca	2	1	3
Santa Maria	2	0	2
São João do Polêsine	3	1	4
São Pedro do Sul	2	0	2
Total	31	25	56
	55,36%	44,64%	100%

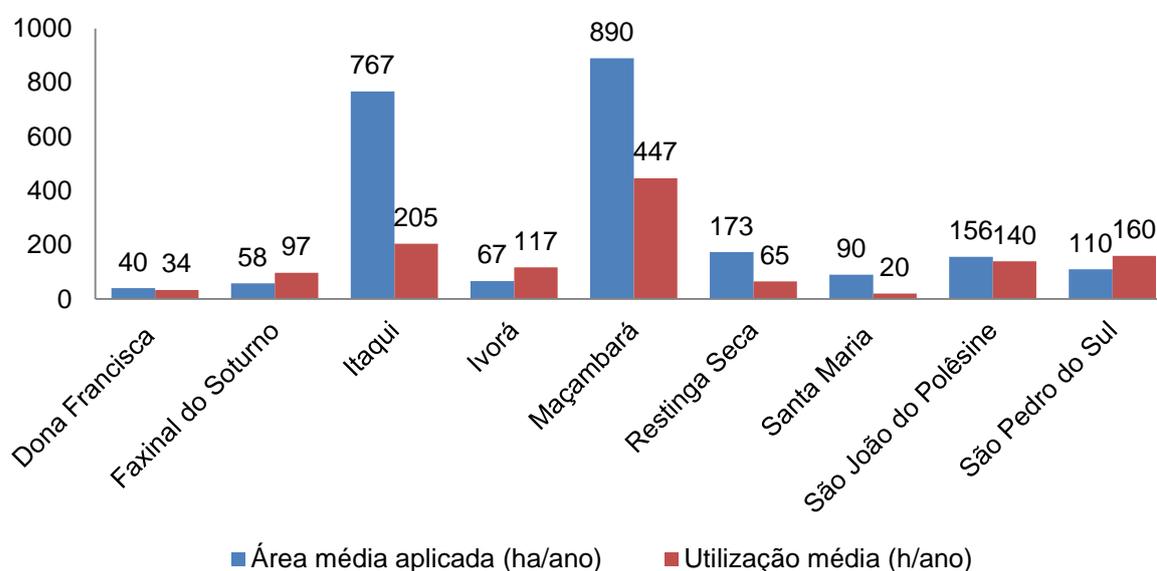
Fonte: Autor.

A área total aplicada pelos pulverizadores inspecionados foi de aproximadamente 21.500 hectares, divididos entre os cultivos de arroz irrigado, soja, milho, fumo e pastagens, o que representou uma área média geral de aproximadamente 384 hectares (ha) aplicados, com utilização média de 161 horas de trabalho por pulverizador. No entanto, os extremos se encontraram em propriedades variando de 13 ha até propriedades com 2000 ha, sendo que a área média das propriedades da região Central do Estado representou aproximadamente 85 ha. Já as propriedades da região da Fronteira Oeste, apresentaram áreas maiores, com média de aproximadamente 783 ha.

Considerando que o número médio de aplicações é de 5,5 vezes em cada área, pode-se dizer que a área total representa aproximadamente 118.233 ha aplicados, no ano de 2016, com os pulverizadores inspecionados. Observa-se, na Figura 26, que as maiores áreas cultivadas se encontram nos municípios de Maçambará e Itaqui, representando uma média de 890 e 767 ha, respectivamente. Este dado vem ao encontro do que foi discutido anteriormente, pois a área média das propriedades também está relacionada à região onde estão inseridas, bem como, ao contexto de aptidão e uso do solo, uma vez que a área das regiões em destaque é três vezes superior a área das propriedades avaliadas por Dornelles (2008) na região Central do Estado do Rio Grande do Sul.

Por conseguinte, conforme relatado pelos operadores, a exigência média de utilização dos pulverizadores é de 447 e 205 horas por ano para os municípios relacionados acima, respectivamente. Observa-se, ainda, que na região Central os municípios de Restinga Seca e São João do Polêsine são os que se destacaram com as maiores áreas aplicadas, representando 173 e 156 ha, respectivamente.

Figura 26 – Área média aplicada por ano (ha) e utilização média (horas) dos pulverizadores inspecionados em cada município



Fonte: Autor.

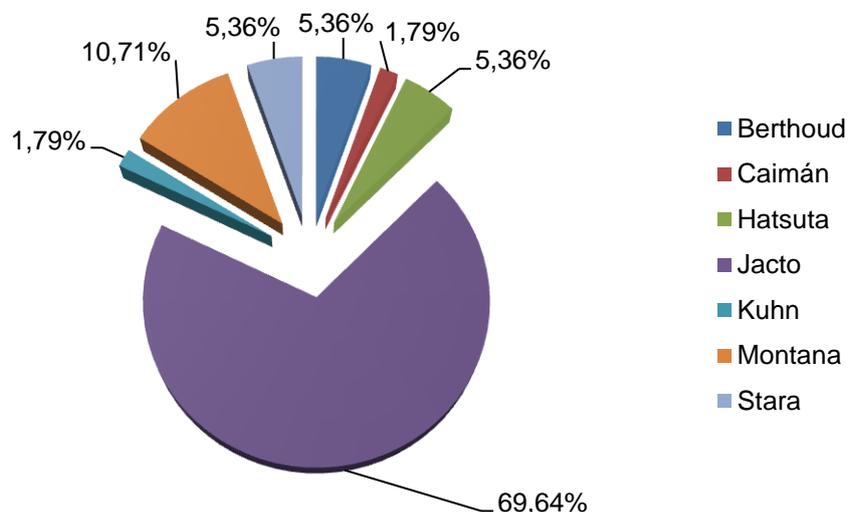
Contextualizando a utilização dos pulverizadores nas propriedades onde se realizou as atividades de inspeção, pode-se constatar que, nos dias atuais, ainda há utilização de monocultivo nas áreas agricultáveis, uma vez que, em 44,64% dos

casos, a utilização dos pulverizadores se dá somente na cultura do arroz irrigado. No entanto, observa-se melhor aproveitamento destes pulverizadores em propriedades que produzem mais de uma cultura ou trabalham com pecuária de corte ou leiteira. Neste sentido, foi possível observar que 19,64% das propriedades utilizam os pulverizadores tanto na cultura do arroz irrigado quanto na soja. Em 10,71% das ocorrências há utilização na cultura da soja e do milho e em 8,39% dos casos, há o emprego dos pulverizadores no arroz irrigado e pastagens. Os demais (16,07%) são utilizados em propriedades que realizam o policultivo de arroz irrigado, soja, milho, fumo e pastagem.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PULVERIZADORES INSPECIONADOS

A representação das marcas comerciais dos pulverizadores inspecionados está discriminada na Figura 27.

Figura 27 – Distribuição percentual das marcas comerciais dos pulverizadores agrícolas inspecionados



Fonte: Autor.

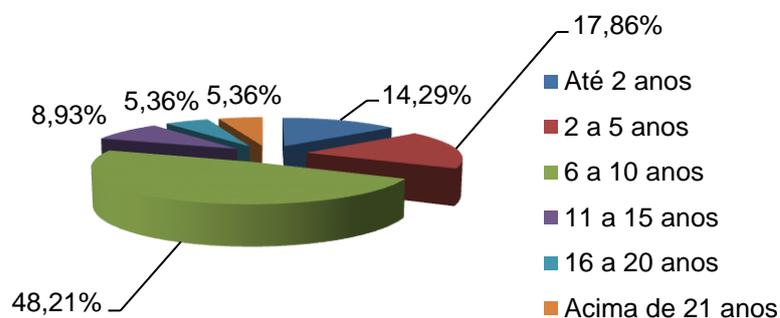
Ao total, sete marcas de pulverizadores compuseram a população amostral, destacando-se a Jacto[®] com 69,64% das amostras avaliadas, seguida pela Montana[®] (10,71%) e, posteriormente, as marcas Hatsuta[®], Berthoud[®] e Stara[®] com igual participação de 5,36% cada e, por fim, as marcas Kuhn[®] e Caimán[®] com a

participação de 1,79% cada. Com isso, ao comparar os resultados obtidos por Casali (2012), pode-se constatar, de modo geral, que os pulverizadores Jacto[®] ampliaram sua participação no mercado de 59,00% em 2011 para 69,64% no presente estudo. No entanto, modelos que eram comercializados pela Montana[®], perderam, aproximadamente, 10,00% do mercado nos últimos cinco anos.

Como se pode observar, houve uma grande diversidade de marcas que compuseram os pulverizadores inspecionados. No entanto, o mais importante a se destacar é a presença de pulverizadores da marca Hatsuta[®] que não são mais comercializadas no mercado brasileiro há, pelo menos, 30 anos.

Neste sentido, fazendo uma análise do tempo de utilização dos pulverizadores, foi possível observar que somente 14,29% dos pulverizadores possuíam até dois anos de uso. Já entre três e cinco anos de utilização apresentaram-se 17,86% das amostras, no entanto, entre seis e dez anos foram 48,21%, entre 11 e 15 anos 8,93%, entre 16 e 20, bem como, acima de 21 anos foram representados por 5,36% cada (Figura 28). Ao comparar os dados obtidos no presente trabalho com aqueles obtidos na Europa, é possível constatar que nas regiões avaliadas, a utilização dos pulverizadores é dada por um longo período, visto que, ao conduzirem inspeção de pulverizadores, Ramos & Cortés (2006) obtiveram como resultado que 83,00% dos equipamentos inspecionados possuíam período de utilização inferior a cinco anos.

Figura 28 – Distribuição dos pulverizadores quanto ao tempo de utilização (anos)



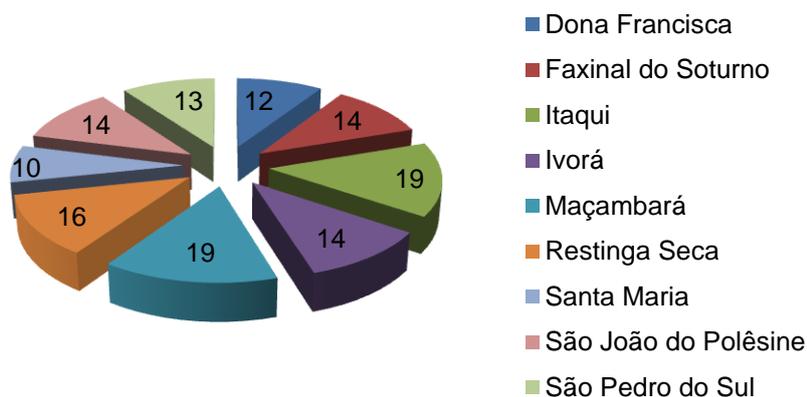
Fonte: Autor.

A partir destes resultados é possível observar em alguns casos a utilização de pulverizadores obsoletos perante as tecnologias atuais, o que pode prejudicar a

obtenção de qualidade nas atividades de pulverização, bem como, afetar de forma negativa a segurança pessoal e ambiental. Resultados os quais corroboram com Dornelles (2008) ao descrever que pulverizadores mais antigos, muitas vezes, são desprovidos de válvulas antigotejo, proteção da TDP, mecanismos de lavagem das embalagens sob pressão, reservatório de água limpa e incorporador de produtos.

Considerando os municípios que cultivam as maiores áreas, pode-se ressaltar ainda que, são estes os que utilizam pulverizadores com o maior comprimento da barra de pulverização. Para os pulverizadores avaliados em Maçambará e Itaqui, o comprimento médio da barra foi de 19 m, por outro lado, o comprimento médio da barra dos pulverizadores inspecionados no município de Restinga Seca foi de 16 m (Figura 29).

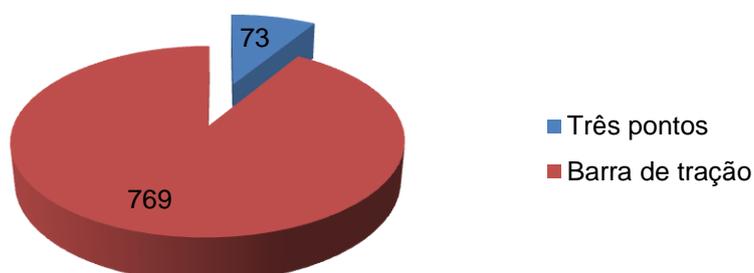
Figura 29 – Representação do comprimento médio da barra de pulverização (m) em cada município onde foram realizadas as inspeções



Fonte: Autor.

Como relatado anteriormente, a concentração das maiores áreas ocorreu nos municípios da região Oeste do Estado. Com isso, observa-se na Figura 30 que a área média aplicada pelos pulverizadores acoplados à barra de tração do trator é de 769 ha, ou seja, 10,5 vezes maior que a área média aplicada com os pulverizadores acoplados aos três pontos do trator (73 ha).

Figura 30 – Comparativo da área média aplicada (ha) pelos pulverizadores acoplados ao sistema hidráulico de três pontos e na barra de tração do trator



Fonte: Autor.

A utilização de pulverizadores acoplados à barra de tração, nas áreas de maior porte, é justificada pela necessidade da obtenção de maior capacidade operacional, possibilitando desta forma, que a aplicação seja realizada no momento ideal para o controle do alvo biológico. Sendo assim, os pulverizadores de arrasto possuem como características específicas o emprego do reservatório de calda com maior capacidade volumétrica, o que viabiliza reduzir o número de paradas para reabastecimento e, a utilização da barra de pulverização com maior dimensão, o que permite obter maior largura efetiva de trabalho, quando comparados com pulverizadores acoplados aos três pontos do trator.

4.1 INSPEÇÃO DOS PULVERIZADORES AGRÍCOLAS

Para melhor entendimento, a apresentação dos resultados foi dividida em três itens principais, sendo: segurança, equipamento e operação. Para o item segurança, a apresentação dos resultados foi subdividida em:

- Mecanismo de proteção da junta cardânica.
- Proteção de correias e polias.
- Proteção do eixo livre da bomba.
- Reservatório de água limpa para lavar as mãos.
- Presença de vazamento estático.
- Presença de vazamento dinâmico.

No que diz respeito ao item equipamento, as avaliações foram focadas ao depósito, manômetro, filtros, barra, pontas e bomba. A apresentação dos resultados será na seguinte ordem.

Inspeção do reservatório de calda:

- Presença de resíduo de produtos na parte interna.
- Presença de resíduo de produtos na parte externa.
- Fechamento da tampa.
- Legibilidade do indicador de nível da calda.
- Presença do incorporador de produto.
- Diâmetro do orifício de sucção do incorporador de produto.
- Presença e funcionamento da lavagem das embalagens sob pressão.
- Válvula compensadora de pressão.
- Presença do registro para drenar a calda.
- Presença da válvula anti-retorno.
- Água limpa para lavagem das embalagens.

Inspeção do manômetro:

- Visibilidade ao operador.
- Escala.
- Funcionamento do regulador de pressão.
- Funcionamento da válvula de acionamento da pulverização.
- Nível de glicerina.
- Legibilidade.
- Diâmetro externo.
- Teste de bancada.

Inspeção dos filtros, com relação ao estado de conservação e limpeza:

- Filtro do sistema de abastecimento do pulverizador.
- Filtro de reservatório.
- Filtro da bomba.
- Filtros de linha.
- Filtros das pontas.
- Registro para limpeza dos filtros.

Inspeção das barras:

- Estabilidade.
- Simetria.
- Posicionamento das mangueiras.
- Sistema de segurança.
- Uniformidade vertical da barra.
- Uniformidade horizontal da barra.
- Proteção das pontas externas.
- Ajuste de altura.
- Amortecimento e estabilização.

Inspeção das pontas:

- Uniformidade visual.
- Presença e funcionamento da válvula antigotejo.
- Ângulo de ranhura.
- Distribuição transversal.
- Vazão.

Inspeção da bomba de pulverização:

- Vazão real da bomba e comparação com a vazão teórica descrita pelo fabricante.
- Funcionamento do agitador de calda.
- Ocorrência de pulsações na pressão do sistema.
- Nível do óleo lubrificante.
- Ocorrência de queda na pressão do sistema.
- Variação de pressão com as seções de pulverização fechadas.
- Variação de pressão com o sistema de pulverização desligado.
- Distribuição da pressão.

Ao considerar o item operação, os dados apresentados são para:

- Volume teórico.
- Precisão do fluxômetro (quando presentes).
- Funcionamento do tacômetro.
- Funcionamento do acelerador manual.

4.1.1 Segurança

Dentro da inspeção de pulverizadores agrícolas, o item segurança possui grande importância para a classificação, pois leva em consideração a proteção do operador e do meio ambiente. Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da avaliação dos itens de segurança.

Tabela 2 – Avaliação dos itens de segurança dos pulverizadores agrícolas

Item	Bom estado (%)	Danificado (%)	Ausente (%)	Não se aplica (%)
Proteção da junta cardânica	23,21	33,93	41,07	1,79
Proteção de correias e polias	33,93	3,57	33,93	28,57
Proteção do eixo livre da bomba	23,21	-	37,50	39,29
Reservatório de água limpa	53,57	12,50	33,93	-

Fonte: Autor.

Os dados obtidos demonstram que somente 23,21% das máquinas avaliadas atenderam à norma no que diz respeito à presença e funcionamento do mecanismo de proteção da junta cardânica. Dos 56 pulverizadores avaliados, somente 1,79% não utilizava árvore cardânica para acionamento da bomba, uma vez que o acoplamento da mesma se dava diretamente na TDP do trator, dispensando desta forma, o uso da proteção. O mais preocupante é que 41,07% dos pulverizadores estavam sendo utilizados sem a proteção da junta cardânica e ainda, 33,93% operando com este item de segurança sem cumprir sua finalidade de proteção por apresentarem avarias em sua estrutura. Dados os quais corroboram com Ramos & Cortés (2006), onde explanam que em 45,00% dos pulverizadores a proteção da TDP apresentava-se deficiente. No entanto, situação mais crítica foi encontrado por Dornelles et al. (2011), ao obterem como resultado que em 53,60% dos equipamentos inspecionados não se fazia presente este item.

No item de segurança também se levou em consideração a presença e a funcionalidade da proteção das correias e polias, bem como, a proteção do eixo livre da bomba. Com isso, foi possível observar que em 33,93 e 37,50%,

respectivamente, dos pulverizadores inspecionados os itens em questão estavam ausentes (Figura 31).

Figura 31 – Exposição de polias e correias sem proteção contra acidentes



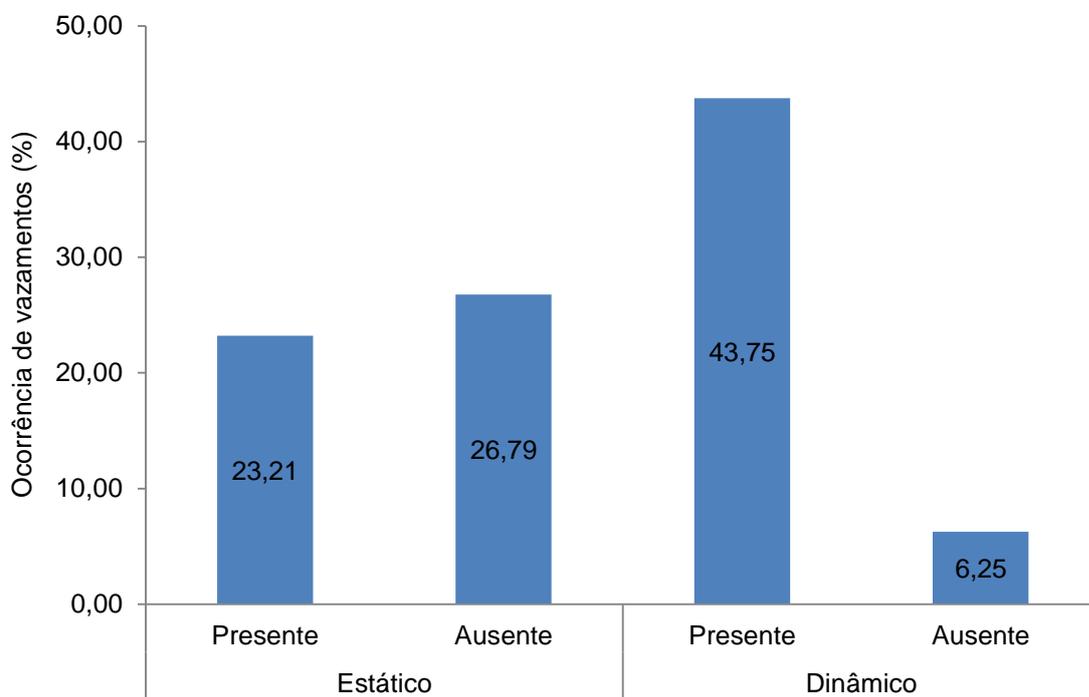
Fonte: Autor.

Dentre os itens que justificam o maior percentual de pulverizadores desconformes à metodologia utilizada, destaca-se a utilização ineficiente ou a ausência da proteção da junta cardânica, proteção de correias e polias e proteção do eixo livre da bomba. Mesmo estes itens estando dentre os maiores causadores de acidentes no meio rural, a utilização de proteção das partes móveis em máquinas e implementos agrícolas muitas vezes é ignorado por parte dos operadores.

Com relação ao reservatório de água limpa para a lavagem das mãos, em 66,07% dos pulverizadores estava presente, no entanto, em apenas 53,57% apresentava-se em funcionamento. Dados semelhantes foram obtidos por Silveira et al. (2006), ao concluírem que em 65,00% dos equipamentos inspecionados, o reservatório de água limpa para lavar as mãos estava ausente ou danificado.

Conforme prevê a norma ISO 16122, avaliou-se a presença de vazamento estático e dinâmico (pulverizador em funcionamento) na bomba, depósito da calda, bicos e circuito hidráulico. Neste sentido, foi possível observar que 23,21 e 43,75% dos pulverizadores inspecionados apresentaram vazamentos estáticos e dinâmicos, respectivamente (Figura 32). Ao total foram observados 453 vazamentos entre os pontos avaliados.

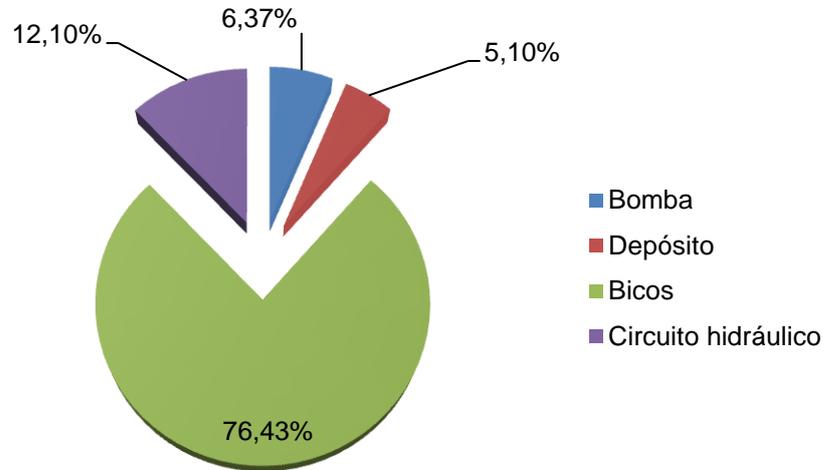
Figura 32 – Distribuição percentual da ocorrência de vazamento estático e dinâmico



Fonte: Autor.

Do total observado, 35,10% foram considerados vazamentos estáticos. Destes, 34,66% se concentraram em gotejamento e 0,44% em vazamentos do tipo contínuo. Considerando os vazamentos por gotejamento, pode-se observar que as maiores perdas se deram nos bicos, representando 76,43%, seguido por 12,10, 6,37 e 5,10% dos gotejamentos para circuito hidráulico, bomba e depósito respectivamente (Figura 33).

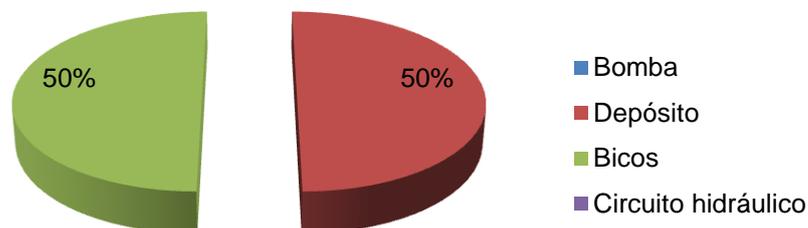
Figura 33 – Estratificação dos vazamentos estáticos presentes (gotejamento)



Fonte: Autor.

Ao analisar os vazamentos contínuos, pode-se observar menor ocorrência ao ser comparado com o gotejamento, pois não se constataram perdas na bomba de pulverização e no circuito hidráulico. No entanto, 50,00% dos vazamentos contínuos foram observados no depósito e 50,00% nos bicos (Figura 34).

Figura 34 – Estratificação dos vazamentos estáticos presentes (contínuo)



Fonte: Autor.

Levando em consideração os vazamentos dinâmicos, pode-se constatar que do total presente, 64,90% foram observados com o pulverizador em funcionamento.

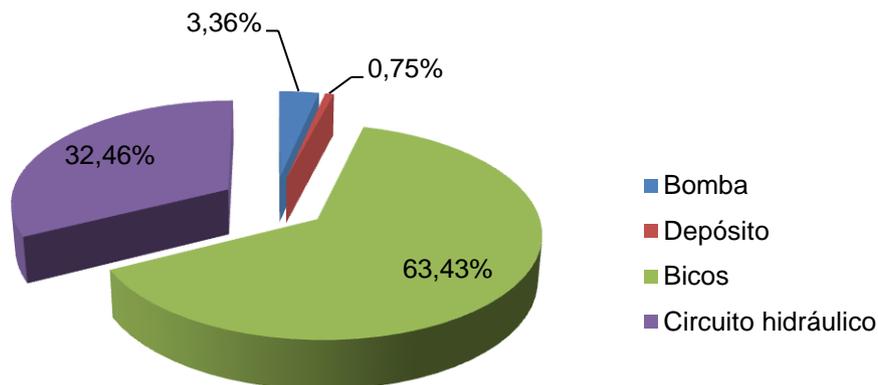
Destes, 59,16% foram representados por gotejamento e 5,74% por vazamentos contínuos.

De forma semelhante ao observado nos vazamentos estáticos, as maiores perdas por gotejamento (63,43%) foram observadas nos bicos, seguidos pelo circuito hidráulico, bomba e depósito, os quais contribuíram com 32,46, 3,36 e 0,75% das perdas, respectivamente (Figura 35).

Ao analisar trabalhos realizados sobre inspeção de pulverizadores no Brasil, é possível observar que a presença de vazamentos é um dos problemas mais frequentes nos pulverizadores. Segundo estudo realizado por Alvarenga & Cunha (2010), 61,80% dos pulverizadores avaliados apresentaram este tipo de problema. O que também está de acordo com as descrições realizadas por Machado (2014) e Dornelles et al. (2011), os quais descreveram que em 62,00 e 64,30% dos pulverizadores, respectivamente, apresentam algum tipo de vazamento.

Todavia Siqueira & Antuniassi (2011), observaram que ao realizarem um trabalho de conscientização dos operadores e proprietários sobre a importância da qualidade dos equipamentos, a presença de vazamento nos pulverizadores reduziu 17,20% entre os anos agrícolas 2006 e 2007.

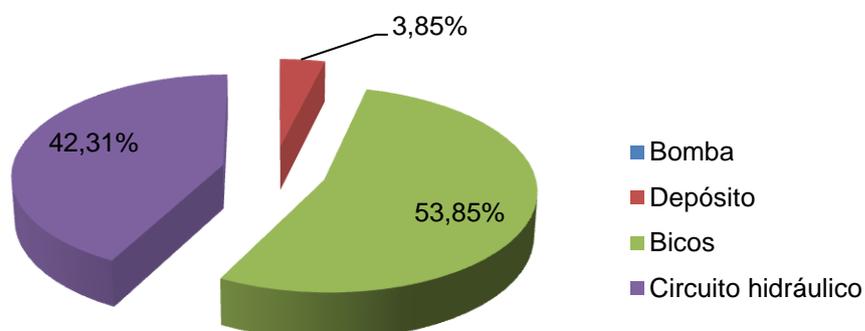
Figura 35 – Estratificação dos vazamentos dinâmicos presentes (gotejamento)



Fonte: Autor.

Ao analisar os vazamentos contínuos, se observou que 53,85% destes vazamentos apresentaram-se nos bicos, 42,31% no circuito hidráulico, 3,85% no depósito. Sendo que, para o item em questão, não se observaram vazamentos na bomba (Figura 36).

Figura 36 – Estratificação dos vazamentos dinâmicos presentes (contínuo)



Fonte: Autor.

Observou-se que em média a ocorrência de vazamentos por gotejamento se deu principalmente em três locais no pulverizador, sendo: bicos, circuito hidráulico e bomba, o que está de acordo com os resultados obtidos por Gandolfo (2001). No entanto, o maior número de vazamentos estáticos encontrados em um pulverizador, totalizou 21 gotejamentos. Destes, 90,50% dos vazamentos foram observados nas pontas de pulverização em virtude de não utilizar a válvula antigotejo (Figura 37).

Figura 37 – Ocorrência de vazamento pela ausência da válvula antigotejo na barra de pulverização



Fonte: Autor.

Ao considerar o vazamento dinâmico, este mesmo pulverizador apresentou 18 pontos de vazamento, sendo que 33,3% se deram por vazamento contínuo e 66,6% por gotejamento e, destes, o maior percentual foi observado nas pontas de pulverização, o que representou 55,5% do total. Ao considerar os vazamentos dinâmicos, o caso mais crítico foi observado em outro pulverizador, o qual também apresentou 21 pontos. Destes, 76,2% representaram gotejamento nas pontas e no circuito hidráulico e 19,05% vazamentos contínuos no circuito hidráulico do pulverizador (Figura 38).

Figura 38 – Presença de vazamento contínuo no circuito hidráulico do pulverizador



Fonte: Autor.

Com os resultados obtidos, é possível constatar que falta manutenção nos equipamentos de aplicação, visto que dos 2952 pulverizadores avaliados na Alemanha, somente 0,51% apresentaram vazamentos (HUYGHEBAERT et al., 1996). Resultados que também diferem dos obtidos por Langenakens & Pieters (1999), os quais explanam que somente 16,3% dos pulverizadores avaliados apresentaram algum tipo de vazamento.

4.1.2 Equipamentos

4.1.2.1 Inspeção do reservatório de calda

Ao avaliar a presença de resíduos de agrotóxicos, foi observado que 85,71% dos pulverizadores apresentaram-se limpos, tanto na parte interna do reservatório de calda quanto na parte externa (reservatório de calda e partes estruturais do pulverizador), resultado superior ao observado por Dornelles (2008) o qual constatou

que somente 47,90% dos equipamentos avaliados foram aprovados neste item. Observou-se também que em 100,00% dos pulverizadores a tampa de fechamento do reservatório se encontrava presente, porém 5,36% destas estavam danificadas, as quais não possibilitavam a adequada vedação do mesmo (Tabela 3). Estes dados corroboram com os resultados encontrados por Casali (2012) ao explicar que o fechamento do reservatório de calda foi aprovado em 95,70% das inspeções.

Tabela 3 – Avaliação dos itens que compõem o reservatório da calda

Item	Bom estado (%)	Danificado (%)	Ausente (%)
Fechamento da tampa	94,64	5,36	-
Indicador do nível de calda	75,00	17,86	7,14
Incorporador de produtos	42,86	3,57	53,57
Orifício de sucção	41,07	5,36	53,57
Lavagem das embalagens sob pressão	67,86	3,57	28,57
Água limpa para lavagem das embalagens	28,57	-	71,43
	Presente (%)	Ausente (%)	Não se aplica (%)
Compensador de pressão	26,79	66,07	7,14
Válvula anti-retorno	57,14	3,57	39,29
	Presente (%)	Ausente (%)	
Resíduo de produtos internamente	14,29	85,71	
Resíduo de produtos externamente	14,29	85,71	
Registro para drenar a calda	96,43	3,57	

Fonte: Autor.

Ao levar em consideração o indicador do nível de calda, este se encontrou presente em 92,86% dos pulverizadores avaliados (Figura 39), porém apresentava-se danificado e ilegível em 17,86% dos pulverizadores. Estes valores são superiores aos encontrados por Dornelles (2008), onde somente em 56,00% da população amostral o indicador de nível de calda se fez presente, no entanto, o autor ressalta que ainda em 5,95% destes, a escala se encontrou ilegível ou ausente.

Figura 39 – Indicador do nível de calda legível ao operador



Fonte: Autor.

Ao avaliar a presença do incorporador de produtos, se observou que em 53,57% dos pulverizadores este item estava ausente. Resultado semelhante foi apresentado por Dornelles (2008), onde somente 33,30% dos pulverizadores apresentaram-se conforme ao ponto em questão. Contudo, ao considerar o orifício de sucção presente no incorporador de produtos, somente 5,36% destes se encontraram em desacordo com a premissa descrita na norma ISO 16122 (2015) para avaliação deste item.

A lavagem sob pressão das embalagens fez-se presente em 71,43% dos pulverizadores, no entanto, a funcionalidade deste item foi observado em 67,86% dos pulverizadores (Figura 40). Entretanto, é importante salientar que na maioria dos casos encontrados (71,43%), a lavagem sob pressão se dá com a utilização da própria calda a ser aplicada, não atendendo desta forma às exigências legais para lavagem sob pressão das embalagens, visto que, somente em 28,57% dos

pulverizadores o reservatório de água limpa para lavagem das embalagens se encontrou em bom estado de uso, corroborando com os resultados obtidos por Dornelles (2008).

Figura 40 – Avaliação do dispositivo utilizado para lavagem das embalagens sob pressão



Fonte: Autor.

Com isso, pode-se observar que uma parcela dos pulverizadores em uso, além de estarem em desacordo com a metodologia utilizada para o item em questão, não atendem as especificações legais, principalmente, os equipamentos fabricados a partir de janeiro de 2001, os quais teriam que possuir reservatório de água limpa para lavagem das embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água, conforme descrito na Lei Federal 9974/00, de 6 de junho de 2000.

Ao examinar a presença do compensador de pressão, o qual é importante para equalizar a pressão do sistema em pulverizadores que utilizem bombas de até quatro pistões, notou-se que somente em 26,79% dos pulverizadores o compensador se fez presente. É importante salientar que em 7,14% dos pulverizadores eram utilizadas bombas de pistão e membrana, não sendo necessária a utilização do compensador de pressão por já haver uma câmara de ar a qual tem como função reduzir os efeitos negativos causados pela alternância de fases entre admissão e recalque da calda (DI PRINZIO et al., 2010).

Verificou-se também que, em somente 3,57% dos pulverizadores avaliados não se fez presente o registro do depósito para drenar a calda remanescente das aplicações, o que pode ser considerado um problema, principalmente, no que se refere à contaminação dos operadores ao realizarem a limpeza interna do reservatório.

Ao considerar a presença e funcionamento da válvula anti-retorno, a qual tem por função evitar o retorno da água do reservatório para o manancial hídrico durante o carregamento, foi observado que, em 39,29% dos pulverizadores, este item não se aplica, pois o carregamento do reservatório se dá por gravidade, não utilizando o sistema de carregamento do pulverizador. No entanto, dos 60,71% dos pulverizadores que utilizam o próprio sistema de carregamento de água, em 3,57% destes foi constatado que a válvula anti-retorno estava ausente. Segundo Ramos & Cortés (2006), a presença de válvula não funcional ou a sua ausência é considerado grave por possibilitar a ocorrência de efeitos indesejáveis e prejudiciais à saúde do operador e ao meio ambiente.

4.1.2.2 Inspeção do manômetro

Ao ser realizada a avaliação dos manômetros, constatou-se que em 96,43% das máquinas avaliadas o manômetro estava presente, porém, 5,36% destes não se encontraram visíveis ao operador. Sendo assim, os manômetros que apresentaram-se em operação foram retirados do pulverizador e submetidos a avaliação por meio de uma bancada, permitindo desta forma, avaliar a precisão dos mesmos.

Dentre as avaliações realizadas, a legibilidade do manômetro apresentou-se de forma adequada em 91,07% e o diâmetro externo deste equipamento se encontrou dentro dos parâmetros adequados em 87,50% dos pulverizadores inspecionados (Tabela 4).

Tabela 4 – Aprovação dos itens de acionamento da pulverização e dos manômetros

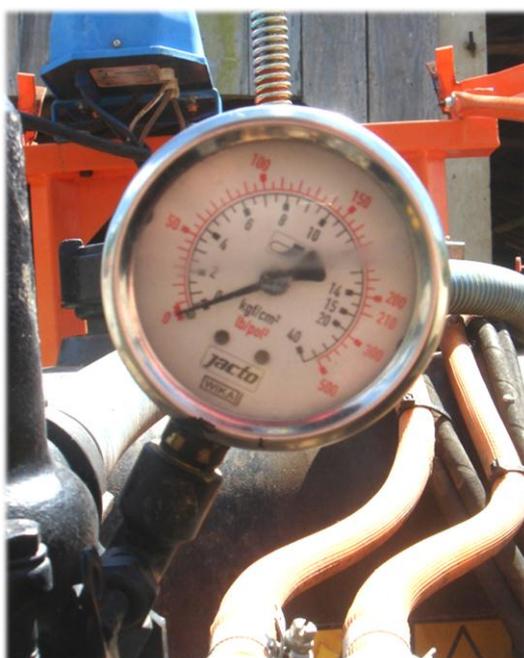
Item	Aprovação (%)	Reprovação (%)
Válvula reguladora de pressão do sistema	92,86	7,14
Válvula de acionamento da pulverização	98,21	1,79
Presença do manômetro	96,43	3,57
Visibilidade do manômetro ao operador	94,64	5,36
Legibilidade do manômetro	91,07	8,93
Diâmetro externo do manômetro	87,50	12,50
Escala do manômetro	75,00	25,00
Nível de glicerina	66,07	33,93
Precisão do manômetro	35,71	64,29

Fonte: Autor.

No que diz respeito à escala utilizada nos manômetros, 75,00% foram aprovados neste item, porém, em 33,93% das amostras, o nível de glicerina se encontrava desconforme (Figura 41).

Neste item também foram realizadas as avaliações da válvula reguladora de pressão e de acionamento da pulverização. Em 92,86% dos pulverizadores a válvula reguladora de pressão apresentou-se em perfeito funcionamento, estando de acordo com o que Dornelles (2008) descreveu sobre o referido item. Ao referir-se à válvula reguladora de pressão, em somente 1,79% dos pulverizadores esta apresentou defeito, não seguindo a premissa descrita na norma ISO 16122.

Figura 41 – Exemplo de manômetro reprovado quanto ao nível de glicerina



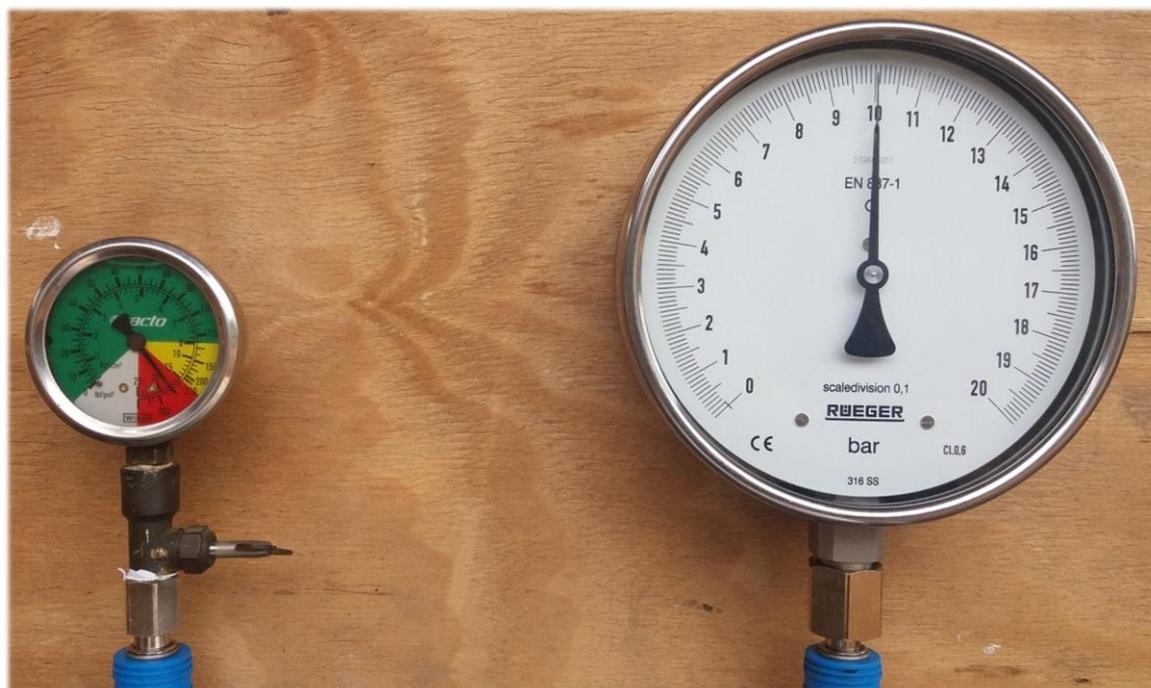
Fonte: Autor.

É importante salientar ainda que, além de o manômetro estar presente no pulverizador, há necessidade de que este demonstre de forma correta a pressão do sistema. Sendo assim, ao realizar o teste de bancada dos manômetros, pode-se observar que 64,29% destes foram reprovados, e que o maior erro de precisão encontrado, dentre os classificados como funcionais, representou 75,00% da pressão de 571 kPa (6,0 bar) ao ser avaliado na ordem ascendente e descendente (Figura 42), corroborando com os resultados obtidos por Siqueira & Antuniassi (2011) ao descreverem que foi obtido elevado percentual de pulverizadores com manômetros inadequados, situação comprovada também por Machado (2014). No entanto, houve presença de manômetros não funcionais, visto que ao serem avaliados no teste de bancada apresentaram-se “travados”, não informando a pressão do circuito hidráulico.

Os dados obtidos com relação aos manômetros são mais preocupantes quando comparados com os resultados encontrados por Dornelles et al. (2011), onde explanam que 30,1% dos manômetros avaliados apresentaram-se danificados, e que, após a avaliação do diâmetro externo, nível de glicerina e precisão da leitura, somente 19,05% foram aprovados. No entanto, ao realizar a segunda etapa do mesmo projeto, onde foram reavaliados os pulverizadores citados acima, Casali (2012) constatou melhora dos manômetros utilizados, incrementando em 15,75% a aprovação deste item.

Entretanto, também foram observados problemas relacionados aos itens que compõem as avaliações dos manômetros em trabalhos conduzidos na Europa, onde a inspeção de pulverizadores é obrigatória. Segundo Ramos & Cortés (2006), somente 20% dos manômetros foram aprovados após passarem por avaliações de legibilidade, escala e precisão da pressão em trabalho realizado pela Escuela Politécnica Superior de Huesca e Universidad de Zaragoza.

Figura 42 – Exemplo de manômetro reprovado quanto à precisão da leitura



Fonte: Autor.

4.1.2.3 Inspeção dos filtros

Com relação a avaliação da conservação dos filtros, foi possível observar que a maior preocupação dos produtores está relacionada aos filtros de bomba, de linha e das pontas de pulverização (Tabela 5), sendo estes que apresentaram maior índice de aprovação ao serem inspecionados.

Tabela 5 – Classificação dos filtros de abastecimento, reservatório, bomba, linha e ponta e, representação da avaliação de funcionamento do registro para limpeza do filtro

Item	Bom estado (%)	Danificado (%)	Ausente (%)	Não se aplica (%)
Filtro de abastecimento	37,50	3,57	19,64	39,29
Filtro de reservatório	78,57	10,71	10,72	-
Filtro de bomba	96,43	-	3,57	-
Filtro de linha	96,43	-	3,57	-
Filtro de ponta	94,64	-	5,36	-
		Bom estado (%)	Danificado (%)	
Registro para limpeza do filtro		85,71	14,29	

Fonte: Autor.

Do total inspecionado, 39,29% dos pulverizadores não apresentaram sistema de carregamento de água (discutido anteriormente), sendo assim, não possuíam o filtro de abastecimento. Os demais apresentaram o item em questão, no entanto somente em 37,50% das amostras, o filtro de abastecimento se encontrou em bom estado (Figura 43), sendo ainda que em 3,57% dos pulverizadores o mesmo se encontrava danificado e em 19,64% ausentes. Este é um fator importante a ser destacado, pois a ausência ou a presença de filtros deteriorados invalida a função principal dos filtros no circuito hidráulico (DORNELLES, 2008).

Figura 43 – Representação do filtro de abastecimento dos pulverizadores em bom estado de uso e conservação



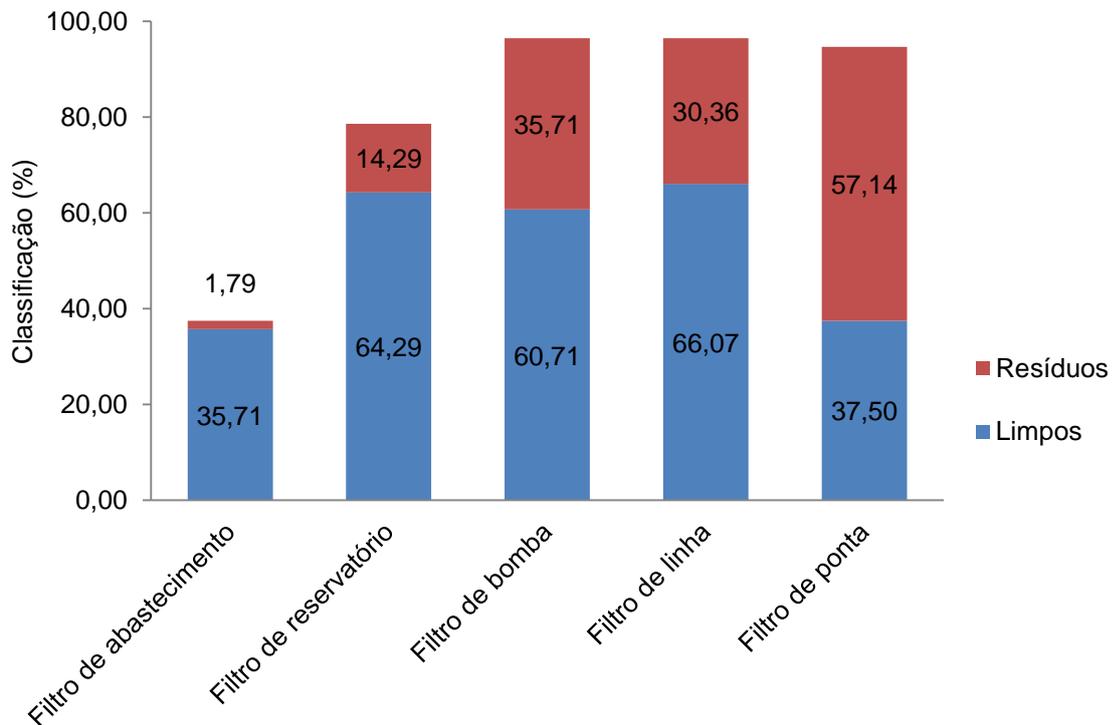
Fonte: Autor.

Pode-se observar que praticamente a totalidade dos filtros de abastecimento presentes (35,71%), apresentaram-se limpos (Figura 44), permitindo, desta forma, melhor funcionamento do sistema e qualidade da pulverização (CASALI, 2012).

Considerando o filtro do reservatório, este foi observado em 89,28% dos pulverizadores, sendo que em 10,71% das amostras o mesmo se apresentou danificado. Porém, como apresenta a Figura 44, somente 64,29% dos filtros de

reservatório não apresentaram resíduos. Ao se levar em consideração o filtro da bomba, a presença e o estado de conservação foram aprovados em 96,43% dos pulverizadores, no entanto, em 35,71% destes houve a presença de resíduos (Figura 45).

Figura 44 – Distribuição de filtros limpos e com resíduos para cada item avaliado



Fonte: Autor.

Com relação aos filtros de linha e das pontas, pode-se observar que estes se fizeram ausentes em somente 3,57 e 5,36% dos pulverizadores, respectivamente (Tabela 5). No entanto, conforme pode-se observar na Figura 44, do total classificado como bom estado, 30,36% dos filtros de linha apresentaram resíduos. Resultados semelhantes foram obtidos por Baldi & Vieri (1992), os quais observam que na Itália 36,00% dos pulverizadores inspecionados não apresentam filtros de linha, estavam danificados ou com resíduos.

Figura 45 – Filtro da bomba de pulverização reprovado pela presença de resíduos



Fonte: Autor.

Ao considerar o filtro das pontas a situação encontrada é mais grave, uma vez que, em 57,14% das amostras houve a presença de resíduos. Todavia, em 26,79% destas amostras, não somente o resíduo reprovou os filtros das pontas, mas também, a utilização de filtros distintos (Figura 46), o que pode ocasionar problemas nas pontas de pulverização (redução da vazão ou desgaste prematuro), bem como, na distribuição da calda, uma vez que ocorre diferença no número de malhas por polegada ao quadrado (*mesh*) afetando a eficiência do sistema de filtragem do pulverizador.

No entanto, ao avaliar o funcionamento do registro para limpeza dos filtros, em 85,71% dos pulverizadores inspecionados, estes estavam presentes e em funcionamento, permitindo, desta forma, a adequada manutenção e limpeza do sistema de filtragem do pulverizador.

Figura 46 – Malhas distintas utilizadas nos filtros das pontas e presença de resíduo



Fonte: Autor.

Segundo Ramos & Cortés (2006), em todos os equipamentos o filtro de abastecimento se fez presente, no entanto, os filtros da bomba de pulverização estavam presentes em 50,00% dos pulverizadores, já os filtros de linha apresentaram-se em maior percentual (70,00%) e o das pontas somente em 20,00% do total inspecionado. Os autores salientam que apenas em 50,00% dos equipamentos inspecionados os filtros se encontraram limpos e sem a presença de malhas deterioradas. No entanto, consideraram que do total avaliado, 40,00% apresentaram filtros sujos e 10,00% malhas deterioradas, destacando ainda que o posicionamento destes na estrutura dos pulverizadores dificultava o acesso para limpeza e manutenção.

4.1.2.4 Inspeção da barra de pulverização

Ao avaliar os itens de segurança da barra de pulverização, pode-se constatar na Tabela 6, que os itens relacionados ao ajuste de altura, ao amortecimento e estabilização, bem como, ao sistema de segurança da barra apresentaram-se sem defeito na maioria dos pulverizadores, representando 91,07, 94,64 e 91,07% de aprovação, respectivamente.

Tabela 6 - Percentual de conformidade dos itens inspecionados na barra de pulverização

Item	Sem Defeito (%)	Leve (%)	Grave (%)	Ausente (%)
Ajuste de altura	91,07	3,57	1,79	3,57
Amortecimento e estabilização	94,64	-	3,57	1,79
	Sem Defeito (%)	Leve (%)	Grave (%)	
Estabilidade	82,14	-	17,86	
Simetria	50,00	10,71	39,29	
	Sem Defeito (%)	Ausente (%)	Não se aplica (%)	
Proteção das pontas externas	37,50	55,36	7,14	
Item		Sem defeito (%)	Grave (%)	
Posicionamento das mangueiras		66,07	33,93	
Sistema de segurança		91,07	8,93	
Espaçamento dos bicos		50,00	50,00	
Uniformidade vertical da barra		89,29	10,71	
Uniformidade horizontal da barra		60,71	39,29	

Fonte: Autor.

Com relação aos itens estabilidade, simetria, pode-se constatar que em 82,14% dos pulverizadores avaliados a estabilidade das barras não apresentou defeito. No entanto, ao considerar a simetria das mesmas, em 50,00% dos casos houve a presença de algum tipo de avaria na estrutura, e destes, 39,29% das barras avaliadas foram classificadas como avarias graves por afetar a qualidade da aplicação (Figura 47).

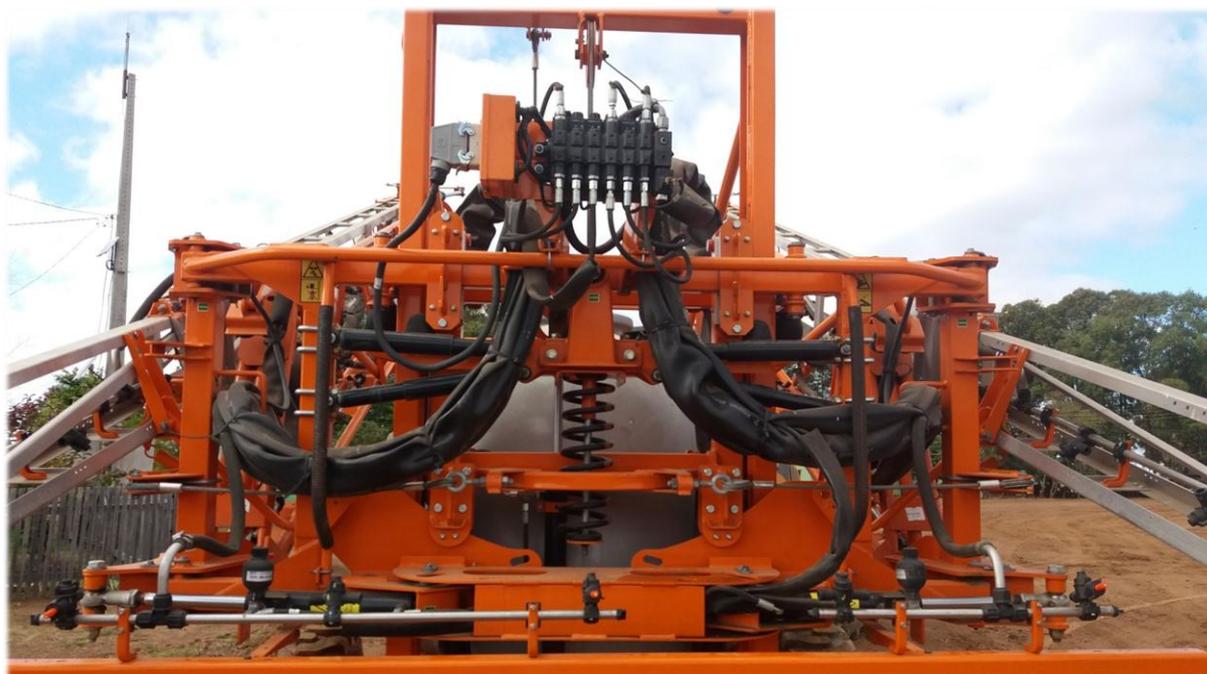
Figura 47 – Barra de pulverização reprovada quanto sua estabilidade e simetria



Fonte: Autor.

Considerando a uniformidade vertical e horizontal da barra, constatou-se que os maiores defeitos estão relacionados à uniformidade horizontal (39,29%), devido principalmente ao desgaste de partes estruturais e união das seções, bem como, pela deformação, muitas vezes causada por colisão da barra em obstáculos. Ao considerar a uniformidade vertical, verificou-se que 89,29% dos casos avaliados não apresentaram defeito, o que pode ser justificado pela utilização de um conjunto de amortecimento e estabilização adequado e eficiente, dimensionado de acordo com o comprimento da barra de pulverização (Figura 48).

Figura 48 – Conjunto de amortecimento e estabilização da barra de pulverização em bom estado de conservação



Fonte: Autor.

No que diz respeito ao espaçamento entre os bicos (Figura 49), somente 50,00% das amostras estão de acordo com a recomendação dos fabricantes para as pontas de pulverização utilizadas. Nos demais, o erro médio do número de espaçamentos incorretos foi igual a 3,12 por pulverizador, corroborando com os dados obtidos por Gandolfo (2001) e superior aos dados obtidos por Dornelles (2008), o qual observou erro médio de 1,93 espaçamentos incorretos por barra de pulverização. Considerando o total de espaçamentos avaliados, foi possível observar que 10,00% dos espaçamentos encontraram-se errados e que o maior erro obtido nas avaliações foi de 76% (espaçamento de 0,12 m utilizando pontas que teriam que estar espaçadas a 0,5 m), bem superior aos 2,0% obtidos por Langenakens & Pieters (1997) ao realizarem inspeções técnicas de pulverizadores na Bélgica. Salienta-se que a presença do elevado erro no espaçamento dos bicos foi constatado, principalmente, nos equipamentos em que houve a substituição da barra de pulverização original por uma barra de maior comprimento.

Figura 49 – Determinação do espaçamento entre bicos



Fonte: Autor.

No entanto, destacaram-se 5,35% das amostras onde houve adaptação das pontas com inadequado posicionamento nas extremidades da barra (Figura 50), as quais contribuíram para o elevado percentual obtido no item em questão.

Este erro no espaçamento dos bicos, afeta negativamente a distribuição das gotas geradas pelas pontas de pulverização, uma vez que, a altura de trabalho da barra de pulverização, se dá pela relação entre o ângulo de abertura do jato gerado pelas pontas e o espaçamento destas ao longo da barra. Neste sentido, ao considerar bicos distanciados aquém da recomendação dos fabricantes, poderá ocorrer o excesso da deposição de produtos e acarretar fitotoxicidade na cultura. No entanto, se o espaçamento estiver além da recomendação dos fabricantes, poderá ocorrer insuficiente deposição de produto no alvo o que, conseqüentemente, irá resultar em ineficiência no controle do mesmo.

Figura 50 – Inadequado posicionamento da ponta na extremidade da barra de pulverização



Fonte: Autor.

Ao realizar as avaliações referentes à estrutura de proteção das pontas externas da barra de pulverização (Figura 51), seguindo as premissas da norma ISO 16122, estas teriam que estar presentes em pulverizadores equipados com barras maiores que dez metros de comprimento. No entanto, somente 37,50% apresentaram esta proteção, cabendo destacar, que em 7,14% dos pulverizadores avaliados não se aplicava a utilização deste item, pois o comprimento da barra utilizada era inferior aos dez metros.

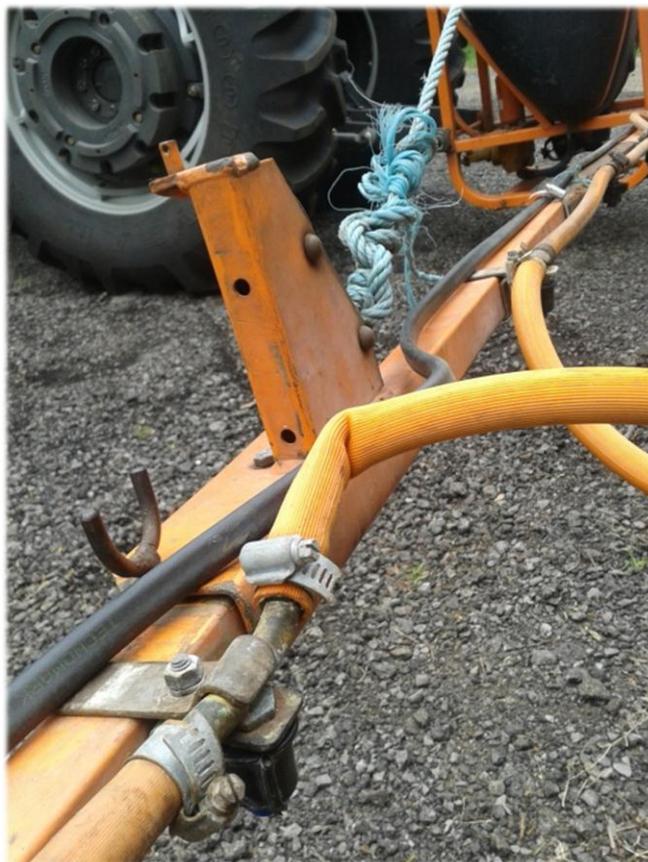
Figura 51 – Presença da proteção das pontas de pulverização localizadas nas extremidades da barra de pulverização



Fonte: Autor.

Ao considerar o posicionamento das mangueiras, foi observado que em 33,93% dos pulverizadores, estas se encontravam de forma inadequada. Isto resulta na presença de mangueiras do circuito hidráulico dobradas (Figura 52), podendo restringir a pressão do sistema e obstruir o fluxo da calda a ser aplicada. No entanto, Gandolfo (2001) observou que 60,50% das amostras consideradas apresentaram erro no posicionamento das mangueiras.

Figura 52 – Mangueira do circuito hidráulico obstruindo o fluxo de calda



Fonte: Autor.

Ainda, pelo fato de ocorrer erro no posicionamento das mangueiras, houve deposição de gotas em partes estruturais dos pulverizadores, fazendo com que ocorresse o escoamento da calda (Figura 53), afetando desta forma a cobertura do alvo biológico. No total dos pulverizadores inspecionados, as deposições em partes estruturais se deram em 93 pontos, sendo, 97,85% classificados como escoamento por gotejamento e 2,15% classificados como escoamento contínuo. Os valores encontrados são superiores aos descritos por Huyghebaert et al. (1996), os quais

observaram este tipo de problema em somente 0,81% dos pulverizadores avaliados na Bélgica.

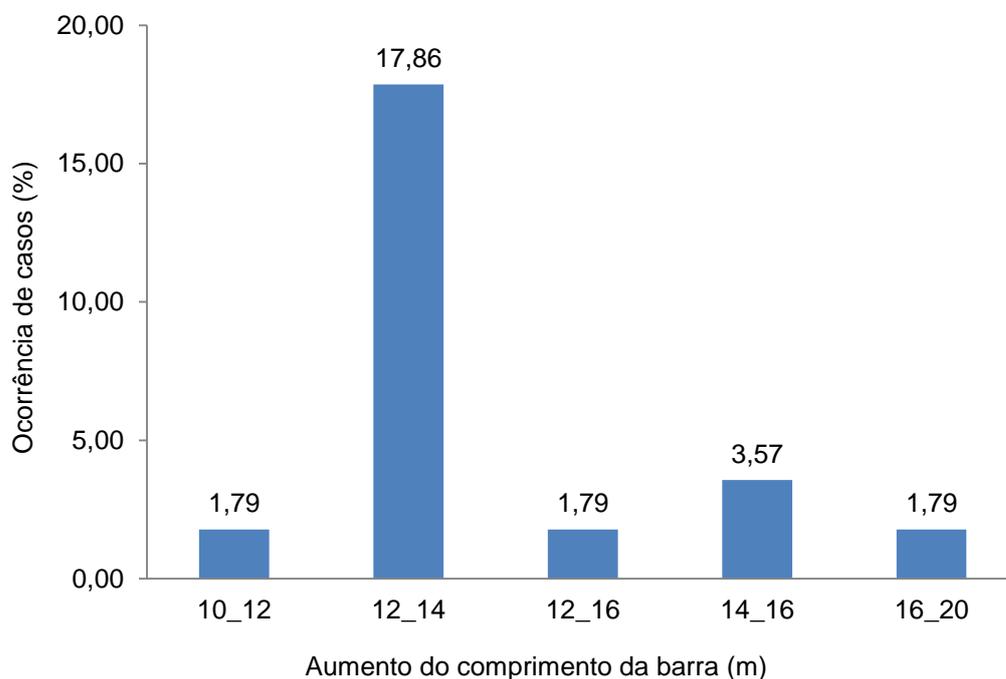
Figura 53 – Deposição de gotas em partes estruturais do pulverizador



Fonte: Autor.

Considerando ainda as avaliações realizadas na barra de pulverização, pode-se constatar que, em 26,79% dos casos, os produtores substituíram a barra original (de fábrica) por barras maiores com o objetivo de aumentar a capacidade operacional. O maior aumento observado foi a substituição de uma barra de 16 m por uma de 20 m (1,79% dos casos). No entanto em 17,86% dos pulverizadores, barras de 12 m foram substituídas por barras de 14 m de comprimento, já em 3,57% dos pulverizadores a barra de 14 m foi substituída por 16 m e, em 1,79% dos casos, houve a substituição das barras de 10 m por 12 m e de 16 m por 20 m (Figura 54).

Figura 54 – Aumento percentual da largura de trabalho dos pulverizadores



Fonte: Autor.

Analisando esse fator, o aumento da barra pode interferir diretamente na qualidade da aplicação e na homogeneização da calda. Isto porque, ao aumentar o tamanho da barra irá ocorrer maior demanda de vazão da bomba de pulverização, o que poderá afetar a pressão do sistema e a vazão total da barra, interferindo diretamente no volume de aplicação. Além disso, o aumento da barra irá implicar na redução do retorno de calda para o interior do reservatório, o qual tem por objetivo manter a calda em constante agitação evitando a decantação e formação de precipitados dos produtos utilizados. Segundo Gracia et al. (2010), há necessidade de manter a agitação constante da calda durante todo o período de aplicação, com a finalidade de mantê-la homogênea.

Outro ponto importante a ser destacado é que, em 98,21% dos pulverizadores que tiveram a barra substituída, a presença do erro no espaçamento entre bicos foi maior, principalmente, pelo fato de concentrar maior número de pontas no centro do pulverizador. Na Figura 55A pode-se observar uma barra de pulverização original com 14 m de comprimento possuindo quatro bicos centrais. Já na Figura 55B, observa-se uma barra de pulverização adaptada com 14 m de comprimento, porém, com cinco bicos centrais. Ficou evidente que o erro encontrado está relacionado ao

emprego de bicos além do necessário, interferindo na distância recomendada pelos fabricantes das pontas, afetando a qualidade da aplicação.

Figura 55 – Barra de pulverização original equipada com quatro bicos centrais (A) e barra de pulverização adaptada provida de cinco bicos centrais (B)



Fonte: Autor.

Por consequência da utilização de barras adaptadas, houve casos em que afetou também o item estabilidade, o que pode estar relacionado ao emprego de distintos projetos estruturais, alterando principalmente o sistema de amortecimento e estabilização. No entanto, o principal motivo de haver desconformidade neste item, está relacionado à falta de manutenção do sistema hidráulico que, possibilita a abertura e o fechamento da barra. Isto vai prejudicar a qualidade da aplicação, pois a barra de pulverização não irá se sustentar nivelada (Figura 56).

Figura 56 – Barra de pulverização reprovada no item estabilidade



Fonte: Autor.

4.1.2.5 Inspeção das pontas de pulverização

Com relação à uniformidade visual das pontas pode-se observar que a aprovação se deu em 89,29% dos conjuntos avaliados (Tabela 7).

Tabela 7 – Aprovação dos itens relacionados às pontas de pulverização

Item	Aprovação (%)		Reprovação (%)	
Uniformidade visual	89,29		10,71	
Distribuição transversal	26,79		73,21	
Vazão das pontas	80,36		19,64	
	Sem defeito (%)	Grave (%)	Ausente (%)	
Válvula anti-gotejo	73,21	16,08	10,71	
	Sem defeito (%)	Grave (%)	Não se aplica (%)	
Ângulo de ranhura	56,36	30,91	12,73	

Fonte: Autor.

Os casos mais críticos neste item foram observados em dois pulverizadores. No primeiro, havia cinco pontas distintas das demais com relação à marca e ao material de fabricação, sendo 24 de cerâmica e cinco de poliacetal (Figura 57), no entanto, com o mesmo ângulo de abertura do leque e vazão (110.015).

Figura 57 – Utilização de pontas de pulverização com diferentes materiais de fabricação (cerâmica e poliacetal)



Fonte: Autor.

No segundo caso observado, o ângulo de abertura do leque era o mesmo para a totalidade das pontas que compunham a barra de pulverização. Porém, havia divergências em seus modelos, diferindo não somente na sua marca, mas também, no material de fabricação (poliacetal, inox e cerâmica), bem como, na vazão das pontas utilizadas 110.015 ($0,57 \text{ L min}^{-1}$), 110.02 ($0,76 \text{ L min}^{-1}$) e 110.03 ($1,13 \text{ L min}^{-1}$) (Figura 58). Dados referentes à utilização de pontas ruins ou diferentes também foram divulgados por Tugnoli (1995), que observou que 25% dos pulverizadores apresentavam este tipo de problema. Segundo Alvarenga & Cunha (2008), 26,60% dos pulverizadores avaliados também apresentaram mais de um tipo de ponta na barra de pulverização.

Figura 58 - Utilização de pontas de pulverização com diferentes materiais de fabricação (poliacetal, inox e cerâmica) e com vazões distintas (0,57; 0,76 e 1,13 L min⁻¹)



Fonte: Autor.

Analisando a distribuição transversal das pontas de pulverização, 73,21% dos pulverizadores avaliados foram reprovados neste item (Figura 59). As principais consequências deste alto percentual de reprovação para distribuição transversal estão relacionadas à ocorrência de pontas de pulverização desgastadas e obstruídas, variação da pressão do sistema, erro no espaçamento dos bicos e erro no ângulo de ranhura das pontas na barra de pulverização. No entanto, Machado (2014) observou que a uniformidade de distribuição foi reprovada em 35,00% dos pulverizadores avaliados, o que, segundo o autor, pode estar relacionado à uniformização das pontas utilizadas. De forma semelhante, em 33,00% das avaliações realizadas por Silveira et al. (2006), foram constatados erros na distribuição transversal das pontas utilizadas.

Figura 59 – Distribuição transversal inadequada



Fonte: Autor.

No entanto, ao avaliar sua vazão, considerando o conjunto de pontas que equipavam a barra de pulverização, 80,36% dos pulverizadores atenderam a norma. Entretanto, do total de pontas avaliadas (1634 pontas), 14,20% apresentam-se desgastadas ou obstruídas, representando uma média de desacordo com a metodologia utilizada na ordem de 4,14 pontas por pulverizador, valor superior ao encontrado por Dornelles (2008), que constatou um valor médio de 3,3 pontas inadequadas para cada pulverizador.

Considerando ainda esta avaliação, os casos mais críticos encontrados ocorreram em dois pulverizadores onde, aproximadamente 85,00% das pontas que compunham a barra de pulverização encontraram-se fora dos limites máximos de quantificação para aprovação do conjunto de pontas. Conforme descrito por Dornelles et al. (2009), pontas de pulverização inadequadas, excessivamente desgastadas e o uso de pulverizadores agrícolas mal calibrados, são alguns dos fatores que contribuem para contaminação ambiental e ineficiência das aplicações.

Os extremos obtidos estão relacionados à redução da vazão na ordem de 100,00% (obstrução total do fluxo) e, aproximadamente 413,00% superior a sua vazão tabelada (desgaste excessivo). Estes dados são superiores aos obtidos por

Baldi & Vieri (1992), que observaram uma variação de 19,5% (obstrução ou desgaste), o que representou CV médio de 22,3%.

Após a determinação da vazão das pontas de pulverização, se avaliou a presença e funcionamento da válvula antigotejo. Pode-se observar que 10,71% dos pulverizadores não faziam o uso da mesma, favorecendo o desperdício de produtos e a contaminação do meio ambiente. Ainda, dos 89,29% que apresentaram a válvula antigotejo na barra de pulverização, em 16,08% dos pulverizadores estavam danificadas, permitindo desta forma a perda de produto após cessar a pulverização (Figura 60). Resultados superiores foram obtidos por Siqueira & Antuniassi (2011), onde 39,70% dos pulverizadores avaliados apresentam problema na válvula antigotejo.

Figura 60 – Utilização de válvulas antigotejo não funcionais



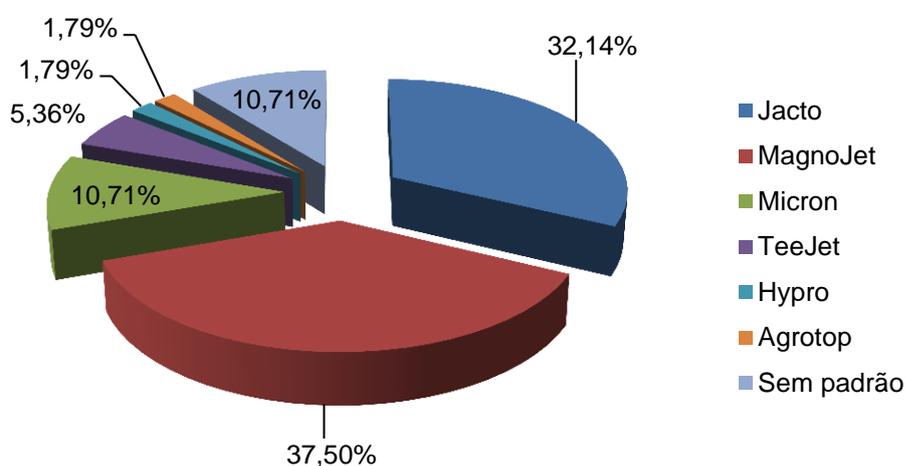
Fonte: Autor.

Ao avaliar o ângulo de ranhura das pontas de pulverização na barra, pode-se concluir que em somente 56,36% dos pulverizadores equipados com pontas de jato plano, o ângulo se encontrou dentro do recomendado. O ângulo de ranhura tem fundamental importância na distribuição transversal das gotas e, conseqüentemente, na cobertura do alvo. Desta forma, quando a disposição das pontas não estiver de acordo com a recomendação do fabricante, poderá ocorrer a redução da deposição da calda, e conseqüentemente reduzir a eficiência do controle. Além disso, pode provocar a colisão entre as gotas durante seu deslocamento, formando assim, gotas maiores o que pode provocar fitotoxicidade a cultura pela concentração do ingrediente ativo utilizado.

Quando a ponta de pulverização estiver disposta de forma adequada na barra de pulverização, irá permitir que a sobreposição das gotas ocorra de forma desejada, sem colidir umas com as outras. A colisão das gotas resultará na maior concentração de calda em alguns pontos ao longo da barra, afetando desta forma a uniformidade da deposição (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011).

Levando em consideração a avaliação das pontas de pulverização, foi possível observar que a predominância das marcas utilizadas é dada para a MagnoJet[®], sendo utilizada em 37,50% das amostras avaliadas, seguidas pelas pontas disponíveis no portfólio da Jacto[®] (32,14%), Micron[®] (10,371%), TeeJet[®] (5,36%), Hypro[®] e Agrotop[®] com 1,79% cada (Figura 61). No entanto, é importante ressaltar que, em 10,71% dos pulverizadores avaliados, a barra de pulverização apresentou a utilização de pontas sem padrão, referindo-se principalmente a utilização de diferentes tipos, material de fabricação e vazão.

Figura 61 – Representação das marcas das pontas de pulverização utilizadas nos pulverizadores inspecionados

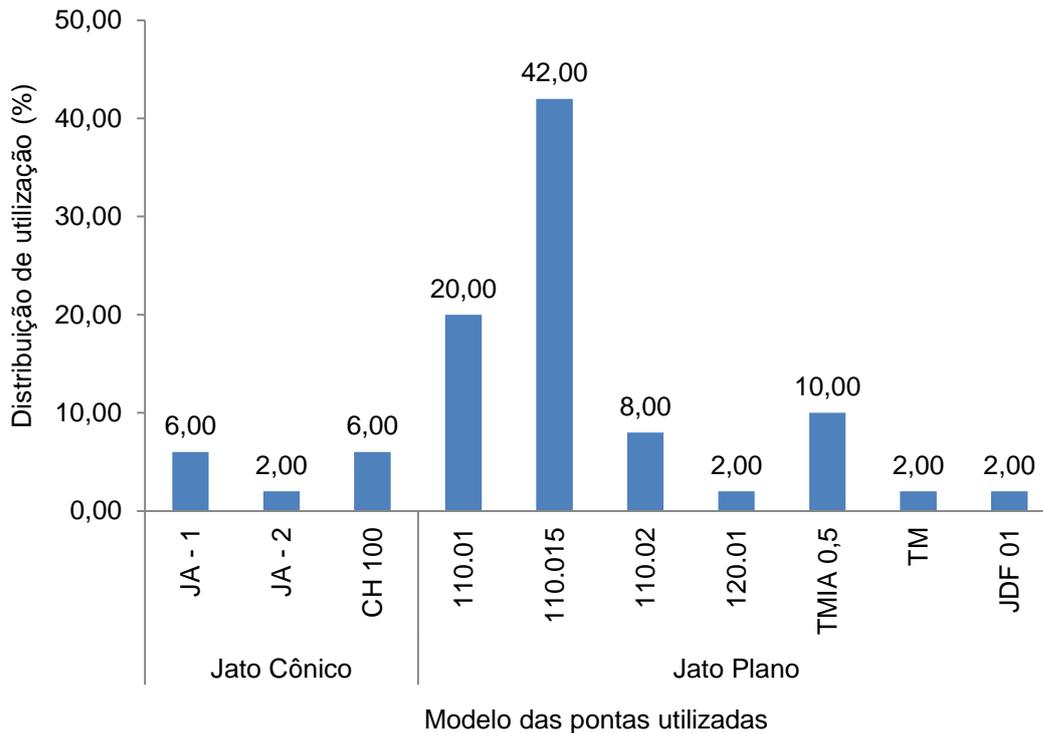


Fonte: Autor.

Do total das pontas inspecionadas pode-se constatar que 87,50% dos pulverizadores estavam equipados com pontas de pulverização do tipo jato planos. Estratificando os modelos utilizados, é possível observar na Figura 62 que as principais pontas de jato plano que equipam a barra dos pulverizadores

inspecionados são as pontas 110.015 (42,00%), ou seja, possuem o ângulo de abertura do leque de 110° e a vazão de 0,15 galões americanos por minuto ($0,568 \text{ L min}^{-1}$ a 2,8 bar de pressão), seguidas 110.01 (20,00%) e TMIA 0,5 (10,00%).

Figura 62 – Modelos das pontas de pulverização utilizados nos pulverizadores inspecionados



Fonte: Autor.

4.1.2.6 Inspeção da bomba de pulverização

Os itens que se referem às avaliações realizadas na bomba de pulverização e, ao diagnóstico das condições do circuito hidráulico dos pulverizadores inspecionados, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Diagnóstico das condições do circuito hidráulico dos pulverizadores

Item	Aprovação (%)	Reprovação (%)	
Agitador da calda	100,00	-	
Pulsção da pressão no sistema	94,64	5,36	
Queda de pressão ao final da seção	89,29	10,71	
Varição da pressão com as seções fechadas	75,00	25,00	
Distribuição da pressão	85,71	14,29	
Varição da pressão com a pulverização desligada	21,43	78,57	
Vazão da bomba	76,79	23,21	
	Dentro (%)	Fora (%)	Sem nível (%)
Nível do óleo lubrificante da bomba	71,43	12,50	16,07

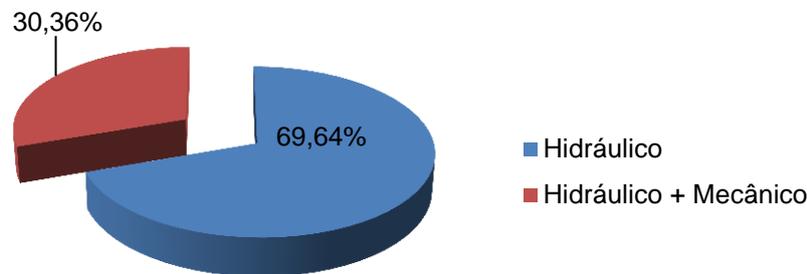
Fonte: Autor.

Com a avaliação deste item foi possível observar que 100% dos pulverizadores foram aprovados quanto a presença do agitador de calda. No entanto, 69,64% destes apresentaram como agitador somente o sistema hidráulico, representado pelo retorno do total recalado pela bomba de pulverização. Somente 30,36% dos pulverizadores apresentavam algum tipo de agitação mecânica além da agitação hidráulica (Figura 63).

A agitação utilizando somente o sistema hidráulico pode ser considerada um infortúnio, quando existem problemas como os mencionados anteriormente, principalmente, relacionados ao aumento da barra de pulverização e a utilização inadequada da rotação da TDP. Ainda, dependendo da formulação do agrotóxico utilizado, há necessidade da utilização de sistemas de agitação da calda mais eficientes, principalmente, quando se utilizam produtos formulados em suspensão encapsulada (CS), granulado solúvel (SG), pó solúvel (SP), granulado dispersível (WG), pó molhável (WP) e pó emulsionável (EP).

Segundo Cunha et al. (2010), alguns produtos não se adaptam a formulações líquidas pela falta de solventes adequados para sua produção, empregando desta forma, o uso de formulações como as mencionadas anteriormente. Sendo assim, os autores elucidam que ao serem utilizados estes tipos de formulação, há formação de uma mistura homogênea sólida em meio aquoso (suspensão), a qual não é estável, necessitando assim a agitação constante para não ocorrer a separação de fases e decantação do produto no reservatório de calda.

Figura 63 – Divisão da categoria referente ao agitador de calda presente nos pulverizadores inspecionados



Fonte: Autor.

Ao avaliar a pressão do sistema de pulverização, pode-se observar que a pulsação da pressão foi o item que apresentou maior índice de aprovação, estando de acordo em 94,64% dos pulverizadores avaliados. A queda e a distribuição da pressão também apresentaram bons índices de aprovação, sendo que 89,29 e 85,71% dos pulverizadores foram aprovados quanto aos itens queda de pressão ao final da seção e distribuição da pressão, respectivamente.

No entanto, ao avaliar a variação da pressão com as seções fechadas e com a pulverização desligada, pode-se observar maiores índices de reprovação, uma vez que em 25,00% das avaliações realizadas, a variação da pressão ao se desligar as seções da barra (uma a uma) apresentaram diferenças superiores ao limite estabelecido na norma ISO 16122.

Todavia, o defeito mais acentuado neste item foi que, ao avaliar a variação de pressão com a pulverização desligada, somente 21,43% dos pulverizadores atenderam a recomendação descrita na metodologia. A esta adequação, pode-se atribuir a presença da válvula compensadora de pressão, uma vez que sua utilização é necessária em circuitos hidráulicos compostos de bombas de até quatro pistões para a pressurização adequada do sistema. Resultado comprovado por Di Prinzio et al. (2010), os quais explanam que bombas volumétricas e semivolumétricas proporcionam vazão irregular devido a alternância entre as fases de admissão e recalque da calda. Esta variação determina uma troca contínua da pressão no interior do circuito hidráulico podendo causar efeitos negativos. Por este

motivo, se utiliza o compensador de pressão o qual consiste em uma câmara de ar que normalmente é separada do circuito hidráulico por meio de uma membrana.

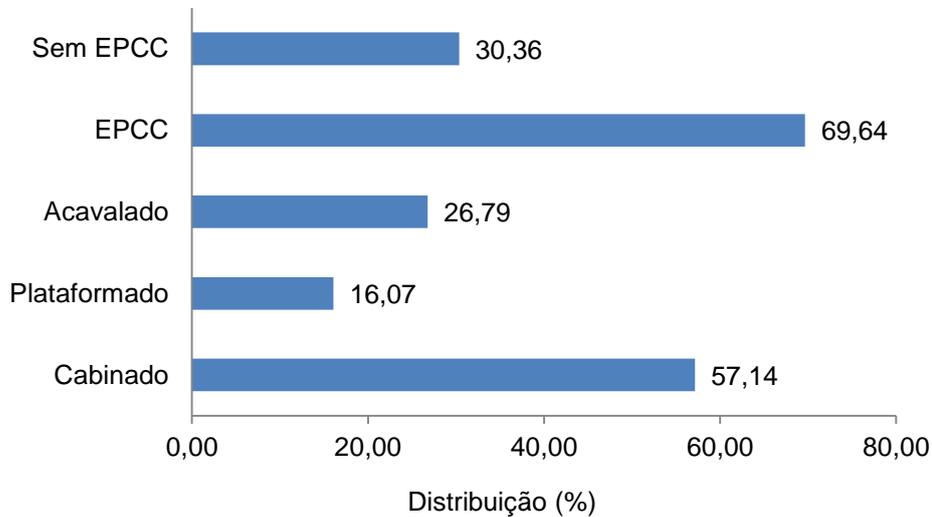
Neste sentido, também é importante destacar que somente 7,14% dos pulverizadores utilizavam bombas de pistão e membrana, não necessitando obrigatoriamente da utilização do compensador de pressão, como está apresentado na Tabela 3. No entanto, constatou-se que estes pulverizadores também foram reprovados quanto ao item variação da pressão com a pulverização desligada. Sendo assim, ao considerar os pulverizadores em que não se aplica a válvula compensadora de pressão e aqueles em que esta se fez ausente, obteve-se como resultado final que 73,21% dos pulverizadores estavam em desacordo com a premissa descrita na norma ISO 16122 (Tabela 3).

Ao avaliar a vazão da bomba, constatou-se que 76,79% das bombas avaliadas apresentaram a vazão descrita pelo fabricante em sua rotação nominal. Além disso, também foi realizada a avaliação do nível do óleo lubrificante das bombas, onde em 16,07% dos casos o indicador do nível não estava presente e, em 12,50% das avaliações o nível do óleo se encontrou fora da recomendação técnica dos fabricantes.

4.1.3 Operação

Neste item foi avaliado o posto de operação dos tratores agrícolas e a execução das atividades. Ao analisar a Figura 64, é possível constatar que 57,14% dos tratores avaliados eram providos de cabines, permitindo ao operador ter maior proteção e segurança durante a atividade desempenhada. Nos demais tratores avaliados, 26,79% apresentaram o posto de operação do tipo acavalado e 16,07% do tipo plataformado. No entanto, o item que merece destaque está relacionado à ausência da estrutura de proteção contra o capotamento (EPCC) que se deu em 30,36% dos tratores, ficando o operador totalmente desprotegido.

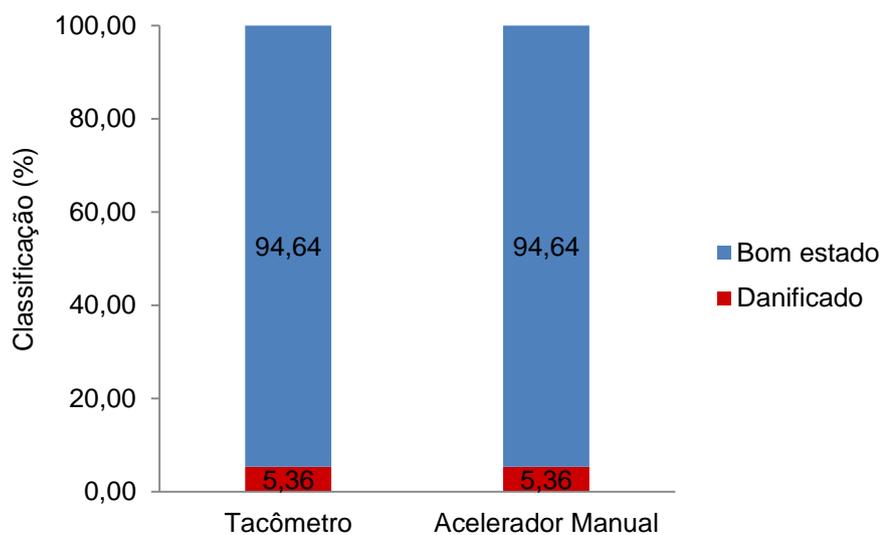
Figura 64 - Avaliação do posto de operação dos tratores que compuseram o conjunto mecanizado (trator + pulverizador)



Fonte: Autor.

Ao considerar o tacômetro e o acelerador manual dos tratores que compunham o conjunto mecanizado, pode-se constatar que somente 5,36% dos casos não estavam de acordo com a norma ISO 16122 (Figura 65).

Figura 65 – Classificação do tacômetro e do acelerador manual dos tratores onde os pulverizadores apresentaram-se acoplados

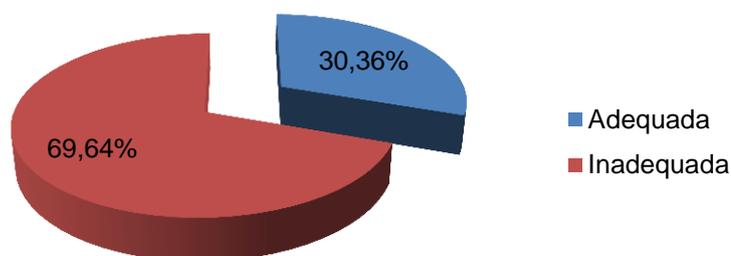


Fonte: Autor.

É importante ressaltar que estes itens têm influência direta na qualidade da aplicação, uma vez que: o tacômetro do trator tem por objetivo informar a rotação de trabalho do motor e a rotação da TDP com a finalidade de utilizar a rotação padrão (540 rpm). Isto possibilita que a bomba de pulverização desempenhe sua máxima eficiência, mantendo constante o volume de aplicação, o retorno para o reservatório de calda e a pressão do sistema. Já o acelerador manual apresenta função importante na qualidade da atividade de pulverização, pois sua utilização possibilita que após selecionada a rotação de trabalho, esta se mantenha constante, permitindo reduzir o erro nas pulverizações.

Levando em consideração a importância da rotação da TDP para desempenhar as atividades de pulverização, pode-se constatar que, ao conferir a rotação informada no tacômetro com a rotação real da TDP, foi possível observar que o erro máximo encontrado foi de 7,00%, representando uma redução de 37,8 rpm na TDP. No entanto o mais preocupante está relacionado à utilização da rotação do motor fora da recomendação dos fabricantes para resultar em 540 rpm na tomada de potência. Pode-se observar no presente trabalho que, em 69,64% dos casos, a rotação utilizada no motor não condizia com a rotação de 540 rpm na TDP (Figura 66). Constatou-se que o erro mais expressivo foi a utilização da rotação 24,00% menor que a rotação recomendada para a atividade de pulverização. Segundo os operadores, a redução da rotação do motor se dava com o propósito de diminuir o consumo de combustível.

Figura 66 - Representação percentual da rotação da TDP utilizada nos pulverizadores inspecionados



Após a avaliação dos itens relacionados ao trator, se realizou a aferição do volume de aplicação teórico (informado pelo produtor). Neste sentido, cabe salientar que, pelo fato de 23,21% dos pulverizadores inspecionados possuírem fluxômetro, nestes foi necessário avaliar a precisão da determinação de fluxo indicado por este dispositivo. Sendo assim, foi constatado que em 92,31% dos pulverizadores, o determinador de fluxo foi aprovado com relação à vazão total da barra e, conseqüentemente, ao item volume de aplicação. No entanto, somente 55,81% dos demais pulverizadores (sem fluxômetro) apresentaram-se de acordo com a premissa descrita na metodologia para o item em questão (Tabela 9).

Grande parte do erro de calibração encontrado nos pulverizadores esteve relacionado à ausência do manômetro ou a utilização destes equipamentos imprecisos, o que está de acordo com descrito por Dornelles et al. (2011), os quais relatam que há necessidade de dar mais atenção a estes dispositivos determinadores de pressão do circuito hidráulico de pulverização, pois a ausência dos mesmos pode explicar a ineficiência de muitas aplicações.

Tabela 9 - Nível de conformidade do volume de aplicação e do fluxômetro dos pulverizadores inspecionados

Item	Aprovação (%)	Reprovação (%)
Volume de aplicação	55,81	44,19
Fluxômetro	92,31	7,69

Fonte: Autor.

Pode-se observar que o principal erro de calibração encontrado, está relacionado diretamente ao desconhecimento dos operadores no que se refere à pressão do sistema, rotação da TDP, metodologia adequada para regular e calibrar os pulverizadores, bem como, por utilizarem somente a caneca graduada para realizar a calibração. A utilização da caneca, na maioria das vezes, leva ao erro de calibração, pois não apresenta padronização da escala utilizada o que pode facilitar o erro de leitura da escala. Siqueira (2009), ao avaliar a amplitude e frequência de erros na leitura do copo calibrador observou que 51,09% das leituras realizadas apresentaram erro ao serem comparadas com o volume real.

Quando constatado erro no volume de aplicação, a equipe responsável pela inspeção realizou a calibração dos pulverizadores de acordo com a necessidade dos proprietários (Figura 67).

Figura 67- Determinação da velocidade do conjunto mecanizado (trator + pulverizador) para realizar a calibração do equipamento



Fonte: Autor.

4.2 QUESTIONÁRIO APLICADO AOS OPERADORES

4.2.1 Avaliação do nível de escolaridade e do conhecimento sobre aplicação de agrotóxicos

O questionário realizado com os operadores (Apêndice E) foi adaptado de Casali (2012). Após fazer o levantamento de noções básicas sobre aplicação de agrotóxicos, programa de manutenção dos pulverizadores, calibração e atendimento à Normativa Regulamentadora – NR 31, foi possível observar que os operadores possuem pouco conhecimento sobre a manutenção dos pulverizadores, manejo e

aplicação de agrotóxicos, o que se torna um problema, principalmente no que se refere à necessidade de maximizar a qualidade das aplicações e reduzir a contaminação pessoal e ambiental. A falta de conhecimento dos agricultores e operadores também foi observada por Gil (2001), que salienta ser este um dos principais motivos da elevada presença de erros nos parâmetros relacionados à pulverização.

Ao fazer o levantamento da escolaridade dos operadores, pode-se observar que os maiores índices estavam relacionados ao ensino fundamental e médio completo os quais representaram 37,50 e 26,79%, respectivamente. No entanto, somente 5,36% dos entrevistados possuíam ensino superior completo e 1,79% ensino técnico completo. Contudo, Casali et al. (2015) observaram que os maiores índices de estudo dos operadores entrevistados foram o ensino médio completo (38,00%) e o ensino fundamental incompleto (26,05%).

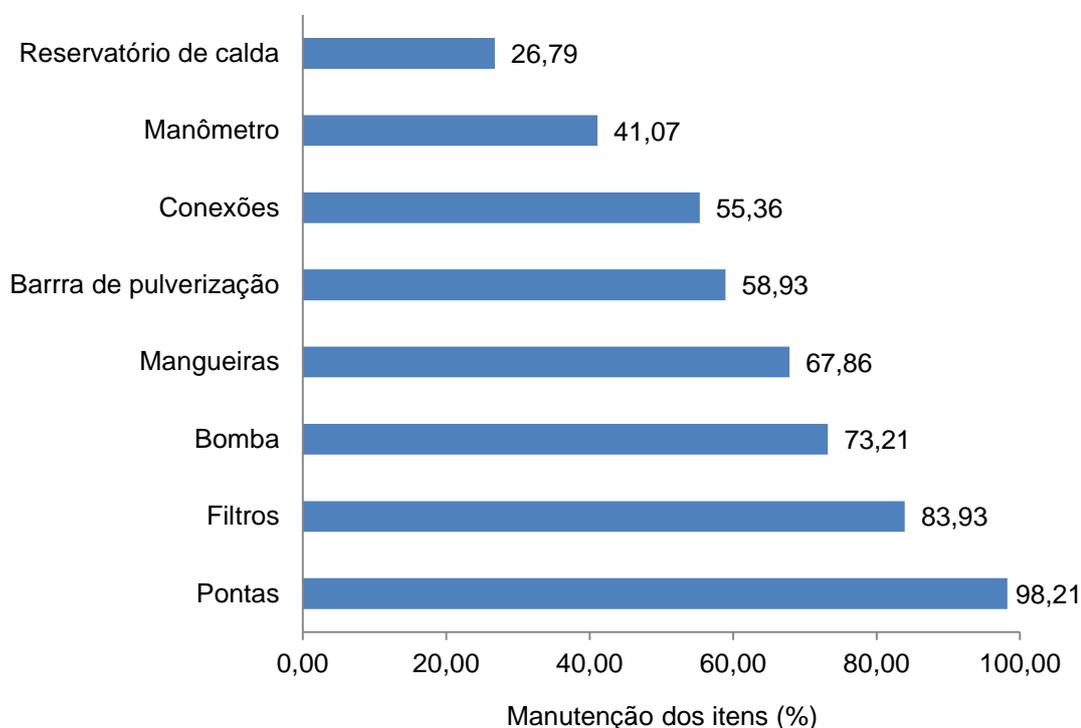
Considerando o conhecimento sobre noções básicas de manutenção destes equipamentos e a aplicação de agrotóxicos, constatou-se que a maior parcela dos entrevistados (80,36%) realizava a revisão dos pulverizadores somente uma vez por ano. Porém, cabe destacar que, em 8,93% dos casos o pulverizador nunca havia sido revisado e, somente 1,79% dos operadores fazia algum tipo de revisão a cada aplicação. Segundo Dedordi et al. (2014), após realizarem avaliações técnicas e operacionais de pulverizadores no Estado do Paraná, salientam que estes equipamentos devem passar por manutenções adequadas visto que o custo de aquisição dos mesmos é alto.

Ao instruir os proprietários ou preposto e os operadores sobre a importância da revisão e manutenção preventiva (realizada entre uma safra e outra) para evitar paradas desnecessárias ou a realização de manutenções corretivas, o que pode causar perda do período (janela) de trabalho, verificou-se que, 82,14% das manutenções eram realizadas pelo próprio operador. No entanto, em 10,71% das propriedades havia uma pessoa específica para realizar manutenções (mecânico) nas máquinas e implementos agrícolas, e, em somente 7,14% dos casos, os pulverizadores eram destinados à agência autorizada para ser realizada a revisão. A manutenção dos equipamentos agrícolas é de suma importância, uma vez que não interfere somente na vida útil dos componentes de uma máquina, mas também, na qualidade da atividade que estas irão desempenhar. Com isso, pode-se enfatizar que as revisões e manutenções devem ser rigorosas e precisas, pois, como relatado

no item que trata da inspeção dos pulverizadores agrícolas, muitas das avaliações realizadas nos pulverizadores inspecionados não apresentaram-se de acordo com as premissas descritas na norma ISO 16122 (2015).

Como pode ser observado na Figura 68, o item de maior preocupação por parte dos operadores e, conseqüentemente, os mais revisados nos pulverizadores são as pontas de pulverização e o sistema de filtragem, os quais representam 98,21 e 83,93%, respectivamente. Cabe ressaltar que, embora em menor escala, os demais itens (bomba, mangueiras, barra de pulverização, conexões, manômetro e reservatório) também são revisados pelo menos uma vez ao ano. Contudo, considerando os resultados obtidos na inspeção das pontas de pulverização, pode-se observar que houve pulverizadores os quais utilizavam mais de um modelo de ponta na barra de pulverização e que, na maioria dos casos, as pontas foram reprovadas quanto a sua distribuição transversal.

Figura 68 – Nível de manutenção dado aos itens que compõem um pulverizador agrícola



Fonte: Autor.

Ao serem questionados sobre a frequência em que são realizadas as revisões, pode-se observar que há ocorrência de variabilidade entre as respostas

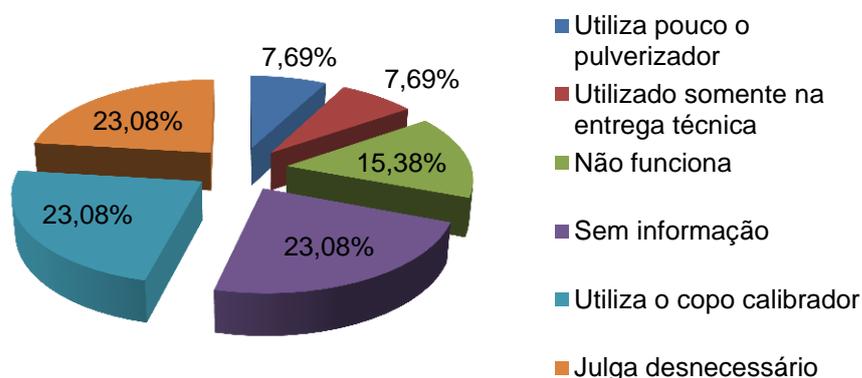
obtidas, uma vez que, houve casos em que é realizada revisão periódica (pontas e filtros), bem como casos onde é realizada somente uma revisão por ano dos itens relatados. Porém, a ocorrência mais crítica constatada neste item, foi que em muitos casos as revisões são realizadas sem frequência determinada ou padrão estabelecido, realizando-as somente quando há necessidade de intervenções mais severas nos pulverizadores.

Ao arguir sobre a frequência da regulagem e calibração dos pulverizadores, foi relatado em 58,93% dos casos que a calibração é realizada somente uma vez por ano, não havendo sequer mais alguma aferição até finalizar o ciclo da cultura. Este fato justifica o erro no volume de aplicação observado em 44,19% dos casos, os quais ocorreram em pulverizadores que não estão equipados com fluxômetro. Além disso, considerando os operadores que realizam a calibração dos pulverizadores, cabe ressaltar que, em 96,43% do total amostrado, a calibração é realizada somente com a utilização de copo calibrador o que pode interferir na precisão da determinação do volume aplicado, visto que, estes não são avaliados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e, segundo Casali et al. (2015), são considerados impróprios para realizar a calibração dos pulverizadores.

Todavia, cabe destacar que em 25,00% das respostas obtidas, houve o relato de que a aferição da calibração se dá a cada aplicação realizada com o pulverizador, o que pode (quando realizada de forma correta) proporcionar maior qualidade da atividade e, conseqüentemente, permitir que o ingrediente ativo utilizado demonstre melhor sua eficácia biológica.

Considerando ainda os operadores que realizam a calibração e aferição do volume de aplicação, o fato mais preocupante está relacionado a não utilização do manômetro, sendo que, em 23,08% dos casos, julgam desnecessária sua utilização ou utilizam o copo calibrador e, em 15,38% dos pulverizadores o manômetro não se encontra funcional (Figura 69). Neste sentido, Casali (2012) elucida que 77,00% dos entrevistados não utilizavam manômetro para a calibração dos pulverizadores, por ignorarem e desconhecerem sua finalidade.

Figura 69 – Nível de utilização do manômetro para a calibração dos pulverizadores



Fonte: Autor.

O manômetro é importante durante todo período de pulverização, pois informa ao operador a pressão interna do circuito hidráulico do equipamento. No entanto, destaca-se a importância de sua utilização durante a calibração, pois a pressão a ser utilizada irá depender do tipo de ponta utilizada. De forma geral, pontas de pulverização com jato plano devem ser utilizadas em pressões compreendidas entre 133 e 400 kPa (20 e 60 lb in⁻²). Já pontas de jato cônico devem ser posicionadas para pulverizações com a utilização da pressão entre 533 e 1000 kPa (80 e 150 lb in⁻²). Com isso, se utilizar pressão superior a estes patamares, poderá desgastar prematuramente as pontas, resultando em vazão acima da premissa descrita na Norma ISO 16122 (2015).

As questões relacionadas à recomendação dos agrotóxicos, dose a ser utilizada, o volume de aplicação e a seleção das pontas de pulverização foram de múltipla escolha. Com isso foi possível observar que nas três primeiras, destacou-se a recomendação do Engenheiro Agrônomo para a tomada de decisão sobre estes itens. Ao ser considerada a seleção da ponta de pulverização utilizada, a recomendação técnica se destaca com 46,43% de ocorrência, seguida pelo tamanho das gotas geradas e durabilidade das pontas com 41,07 e 17,86%, respectivamente.

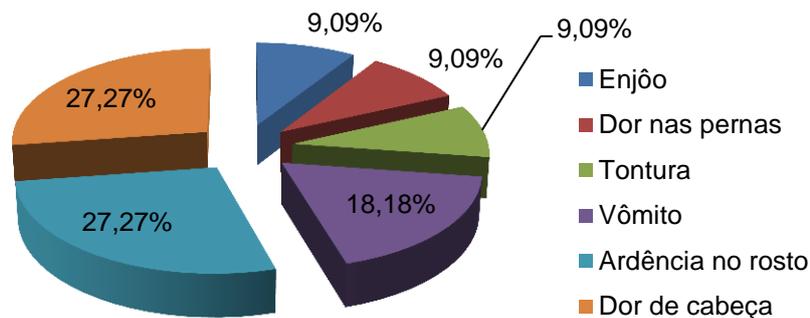
Analisando as respostas relacionadas ao momento da aplicação e controle do alvo biológico, foi constatado que 89,29% dos entrevistados não monitoram as condições climáticas com o termohigroanemômetro durante a aplicação. No entanto, 82,14% destes sabem que as condições ideais para aplicar é a temperatura do ambiente inferior a 30°C, umidade relativa do ar superior a 55% e velocidade do

vento até 10 km/h, conforme descrito por (ANTUNIASSI et al., 2012). Salientaram ainda que (94,64%) somente verificam se a aplicação foi eficiente ou não, por meio da eliminação do alvo, porém, em 5,36% dos casos, também realizam a avaliação durante a aplicação com a utilização de papéis sensíveis à água.

Considerando a utilização das faixas de cores distintas nos rótulos dos agrotóxicos, 78,57% dos operadores sabem que a diferença existente está relacionada ao diferente grau de toxicidade do ingrediente ativo (i.a.) do produto comercial. Entretanto, 7,14% do total entrevistado não sabem ao que se refere a diferença entre as cores utilizadas nos rótulos.

Ao ponderar sobre os meios de intoxicação existentes e, se após as atividades de aplicação sentiu algum mal estar, foi possível observar que somente um entrevistado não soube responder quais os meios que um ser humano pode se intoxicar. Porém, em 19,64% dos casos houve o relato de terem sentido algum tipo de mal estar depois de realizar pulverização de agrotóxicos, destacando-se ardência no rosto e dor de cabeça com 27,27% das ocorrências, cada (Figura 70).

Figura 70 – Tipo de mal estar sentido após realizar aplicação de agrotóxicos



Fonte: Autor.

Ao serem questionados se os agrotóxicos registrados causam danos ao meio ambiente, 85,71% dos operadores relatam que os agrotóxicos podem causar danos ao meio ambiente quando a aplicação for realizada sem planejamento e

monitoramento. Na concepção deles, 79,17% concluem que estes danos terão efeitos na água, 62,50% no solo e 43,75% em animais.

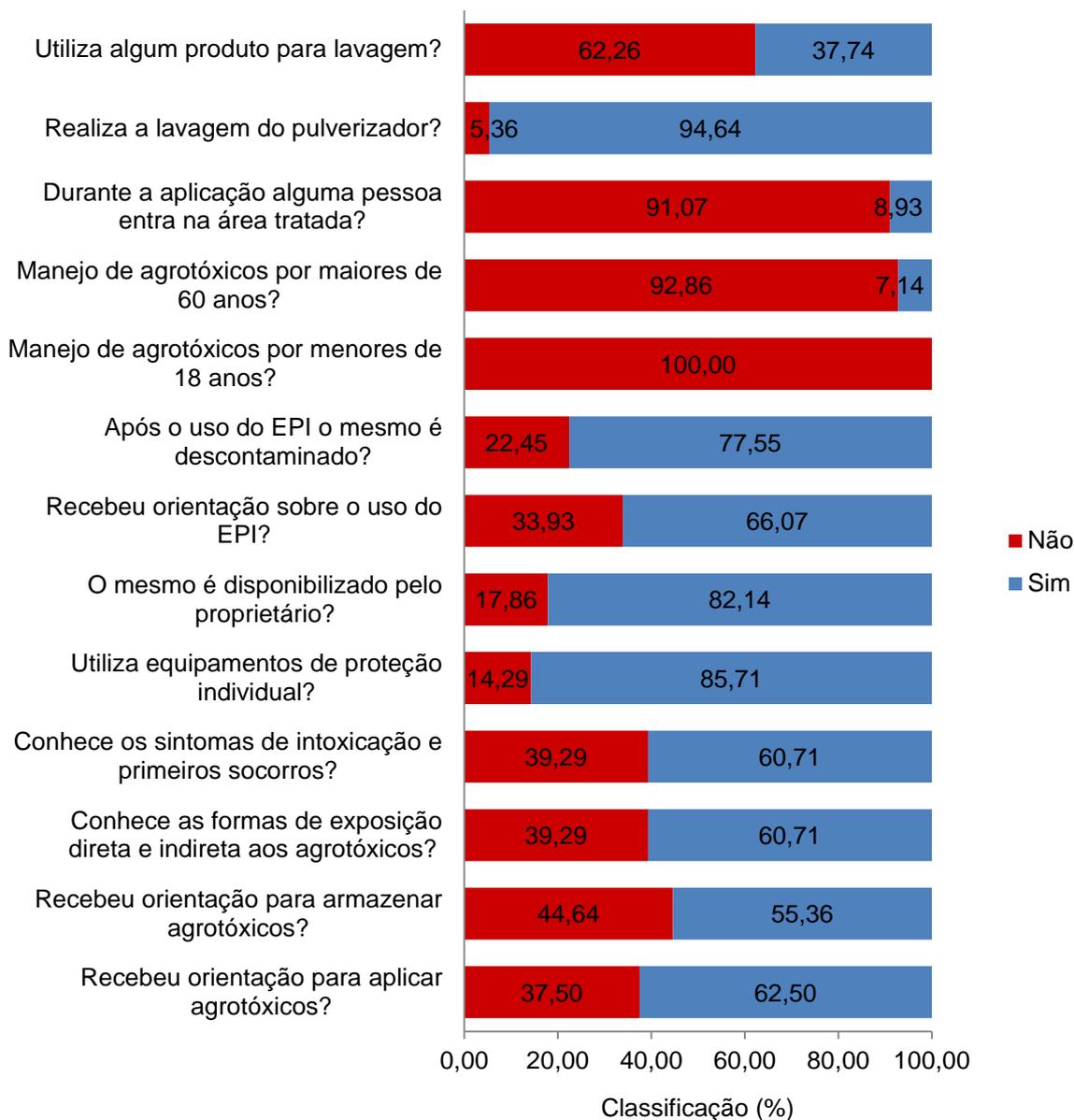
4.2.2 Atendimento a Norma Regulamentadora – NR 31

Por meio da utilização do questionário elaborado para avaliação do conhecimento dos operadores, foi realizada, também, a ponderação no que diz respeito ao atendimento da Norma Regulamentadora - NR 31 (2005), para manejo de agrotóxicos.

Ao serem arguidos sobre a NR 31, pode-se constatar que em 62,50% dos casos os operadores receberam orientação sobre a aplicação de agrotóxicos e, em 55,36%, também receberam informações sobre o armazenamento dos produtos utilizados (Figura 71). Segundo a norma regulamentadora - NR 31, o treinamento deve ser fornecido pelo proprietário da empresa agrícola durante os dias da semana e expediente do operador, tendo duração mínima de 20 horas aula. No entanto, foi constatado que somente 40,00% dos operadores que receberam orientações, gozaram do curso de acordo com o período de duração mínima, destacando-se o serviço nacional de aprendizagem rural (SENAR) com, aproximadamente, 41,00% dos cursos ministrados para estes operadores.

Resultados interessantes foram obtidos por Casali et al. (2015), ao avaliarem o nível de conhecimento dos operadores no que diz respeito a aplicação, manuseio e armazenamento dos agrotóxicos. Puderam constatar que os entrevistados, os quais não haviam realizado curso sobre aplicação segura de agrotóxicos, acertaram somente 46,00% das questões. No entanto, aqueles que realizaram curso com duração inferior a 20 horas/aula, acertaram 50,00% do questionário e, operadores que participaram de cursos e treinamentos, com período superior a 20 horas/aula, atingiram 75,00% de acerto do questionamento realizado.

Figura 71 – Avaliação dos itens relacionados à Norma Regulamentadora NR – 31



Fonte: Autor.

Após analisar as respostas obtidas pela aplicação deste questionário, pode-se afirmar que, mesmo os operadores que realizaram treinamentos sobre aplicação segura de agrotóxicos, não souberam responder corretamente todas as questões da pesquisa, justificando a necessidade da realização periódica de novos treinamentos.

Analisando os resultados referentes ao conhecimento das formas de exposição direta e indireta de agrotóxicos, conhecimento dos sintomas de intoxicação e, medidas de primeiros socorros, pode-se observar que, 60,71% dos

entrevistados possuem conhecimento destes itens e, sabem como proceder caso sejam intoxicados.

Ao levantarem-se informações sobre os equipamentos de proteção individual (EPI), constatou-se que 85,71% dos operadores utilizam o EPI, destes, 82,14% são fornecidos pelo proprietário. Porém, somente 66,07% receberam orientações sobre o uso do mesmo, o que se torna um problema principalmente no que refere a ordem de vesti-lo e retirá-lo, bem como, a forma adequada de descontaminação dos equipamentos de proteção individual.

Considerando ainda a questão de descontaminação do EPI, foi observado que 77,55% dos casos em que os mesmos são descontaminados, em 44,74% das ocorrências, são os próprios operadores que realizam a descontaminação, não estando de acordo com as premissas descritas na norma regulamentadora NR 31 (2005), onde descreve que o empregador é o responsável pela descontaminação do EPI.

No que diz respeito ao manejo de agrotóxicos, seguindo a descrição da NR 31, é vetado o manejo deste tipo de produto químico por menores de 18 e maiores de 60 anos. Sendo assim, foi constatado que em 100,00% dos casos não houve menores de 18 anos desempenhando atividades relacionadas ao manejo ou aplicação de agrotóxicos. Contudo, em 7,14% dos acontecimentos, o manejo e as aplicações eram desempenhadas por pessoas com mais de 60 anos.

Quando realizada a aplicação de produtos químicos em uma área agrícola, há necessidade de respeitar o período de reentrada. Porém, em 8,93% dos casos, foi apurado que durante a pulverização há pessoas que ingressam na área. Ainda, em somente 5,36% respeita-se o período de reentrada e, na maioria dos relatos, as reentradas se davam aos dois e quatro dias após a aplicação (21,43% cada).

Ao final das pulverizações é necessário que os equipamentos sejam lavados, no entanto, a lavagem deve ser realizada em local que possibilite o destino adequado dos resíduos. Em 94,64% das circunstâncias observadas os pulverizadores são lavados, contudo, somente 37,74% utilizam algum tipo de produto para descontaminação e, destes, apenas 25,00% utilizam produtos agrícolas específicos (comercializados como neutralizadores). A média de lavagem observada foi de 5,6 vezes ao ano, sendo que 7,14% são realizadas no reservatório de água (açude), 12,50% efetuadas na própria área tratada e, 75,00% executadas na sede da propriedade. Cabe ressaltar que, em nenhuma propriedade visitada para

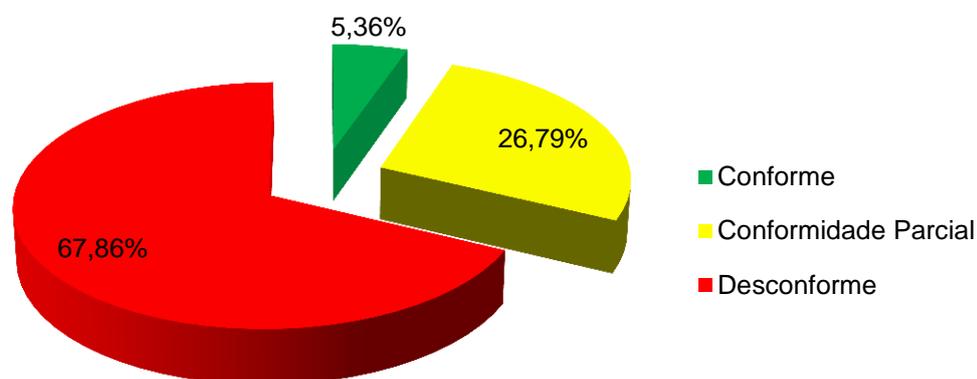
realizar as inspeções, havia um local apropriado para lavagem dos pulverizadores agrícolas e destino adequado dos resíduos remanescentes das aplicações. Salienta-se ainda que em 48,21% dos casos, a fonte de água para preparo da calda tem origem de poço artesianos, o que pode se tornar um problema se a concentração de monóxido de cálcio for alta, pela probabilidade de redução da eficácia do produto utilizado pela possível ocorrência de reações químicas.

4.3 CLASSIFICAÇÃO FINAL DOS PULVERIZADORES AGRÍCOLAS

4.3.1 Divisão dos pulverizadores por classe de aprovação

Baseado nos resultados obtidos ao término das inspeções, considerando a premissa descrita na norma ISO 16122 (2015) e, levando em conta o estado de uso e conservação dos pulverizadores agrícolas inspecionados, pode-se constatar que dos 56 pulverizadores avaliados, somente três pulverizadores foram aprovados (5,36%). No entanto, 15 pulverizadores apresentaram não conformidades leves, as quais podem ser solucionadas com pequenos ajustes e pelo uso de um plano de manutenção periódica adequado, representando neste caso 26,79% das amostras classificadas em conformidade parcial. Contudo, o mais preocupante está relacionado ao índice de desconformidades graves, que representou 67,86% do total amostrado (38 pulverizadores) classificados como desconformes (Figura 72). Pode-se inferir que apesar de haver o desenvolvimento de novas tecnologias, com o avanço do conhecimento, não ocorreu melhoria nos índices de conformidades dos pulverizadores ao comparar os resultados obtidos no presente trabalho, com os obtidos por Dornelles et al. (2011). Estes obtiveram aprovação de somente 4,80% dos pulverizadores inspecionados, sendo, ainda, 34,50% reprovados parcialmente e, 60,70% reprovados, ou seja, apresentaram desconformidades graves em relação a premissa descrita na metodologia utilizada na ocasião.

Figura 72 - Classificação dos pulverizadores inspecionados



Fonte: Autor.

O alto índice de desconformidade dos pulverizadores avaliados representa problemas graves na qualidade das pulverizações. Sendo assim, estes não deveriam ser utilizados por apresentarem potencialidades de impactar o meio ambiente, bem como a saúde e a integridade dos operadores por expor riscos de contaminação e segurança.

Neste sentido, é importante ressaltar que no Brasil há necessidade de implementar legislações que determinem itens obrigatórios nos pulverizadores, principalmente, relacionados à segurança. Isto porque, como pode-se constatar durante a condução das inspeções, há comercialização de modelos de pulverizadores que são desprovidos destes itens o que contribuem para os maiores índices de desconformidades. Realizando uma busca sobre a qualidade dos pulverizadores utilizados no meio agrícola, pode-se constatar que, em países onde há exigência por meio dos órgãos governamentais que a inspeção de pulverizadores seja realizada, a presença de desconformidades é baixa. Conforme descrito por Gracia & Val (2001), ao avaliarem 570 pulverizadores na região de Valência, na Espanha, somente 5,26% das amostras foram reprovadas.

Diante do exposto e como forma de minimizar o impacto negativo que possa ser causado pelos pulverizadores inspecionados, a equipe de inspeção apresentou aos proprietários e operadores alternativas de medidas que deveriam ser adotadas para elevar o índice de conservação de suas máquinas e, conseqüentemente, a possibilidade de aprovação dos seus equipamentos de aplicação em inspeções futuras.

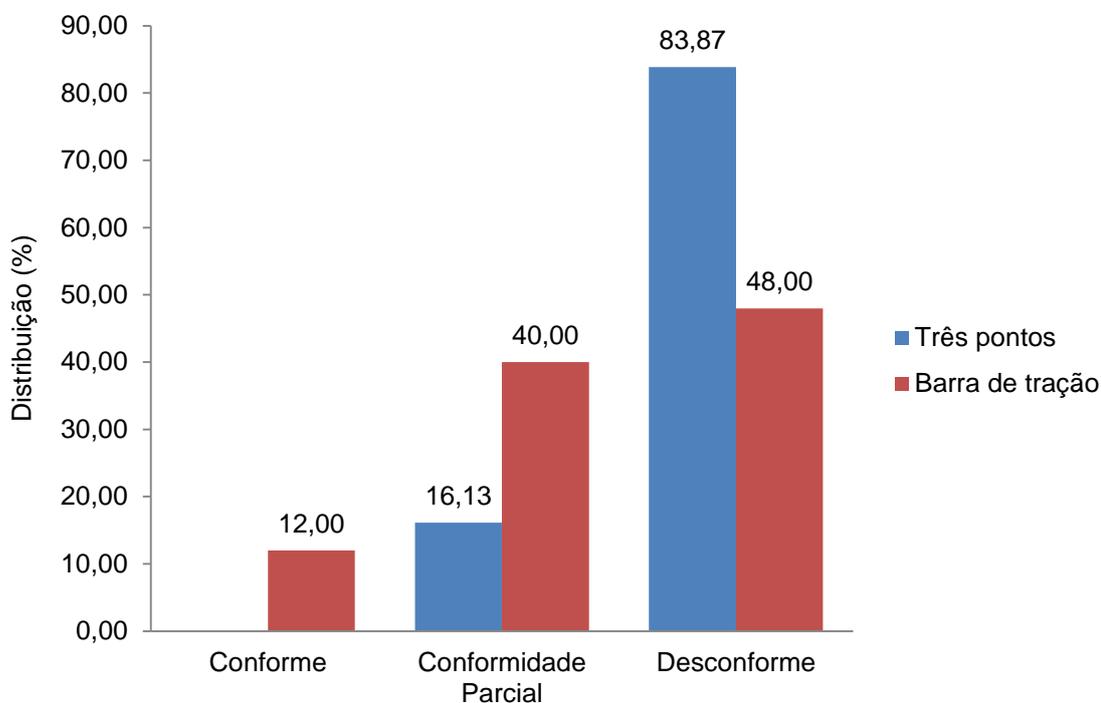
Ao final deste documento está descrita a identificação dos pulverizadores inspecionados e sua classificação de conformidade perante a descrição da metodologia utilizada, assim como, a localização geográfica das propriedades visitadas (Apêndice C).

4.3.2 Classificação de acordo com o tipo de pulverizador inspecionado

Para melhor caracterização dos pulverizadores avaliados e suas conformidades com a metodologia utilizada, foi realizada a divisão destes de acordo com sua forma de acoplamento ao trator agrícola (aos três pontos do sistema hidráulico e na barra de tração).

Ao analisar a Figura 73, pode-se observar que os pulverizadores acoplados pela barra de tração dos tratores agrícolas foram os únicos que se apresentaram conforme a metodologia utilizada, representando 12,00% das avaliações (três pulverizadores). No entanto, é importante enfatizar que, das três amostras aprovadas, o destaque foi dado ao pulverizador com dois anos de utilização (fabricado no ano de 2014), apresentando-se com 99,00% de conformidade com a norma ISO 16122 (2015). Os outros dois equipamentos aprovados eram novos (fabricado em 2016), sendo que, um não havia realizado pulverização até o momento da inspeção e o outro havia pulverizado 100 ha do herbicida *glyphosate* para o controle de plantas daninhas, em área de implantação da cultura do arroz irrigado, os quais representaram 92 e 93% de conformidade, respectivamente.

Figura 73 - Classificação dos pulverizadores inspecionados de acordo com a forma de acoplamento ao trator agrícola



Fonte: Autor.

Ao ser realizada a análise da conformidade parcial, a qual representa desconformidades leves, pode-se constatar que, 16,13% foram representados por pulverizadores acoplados aos três pontos do sistema hidráulico e, que, 40,00% dos casos constituíram-se por pulverizadores acoplados a barra de tração.

Tratando-se de pulverizadores desconformes a metodologia empregada no trabalho, a situação é diferente, pois as maiores desconformidades foram observadas nos equipamentos acoplados aos três pontos (83,87%). Já aqueles acoplados à barra de tração, representaram 48,00% dos pulverizadores com desconformidades graves.

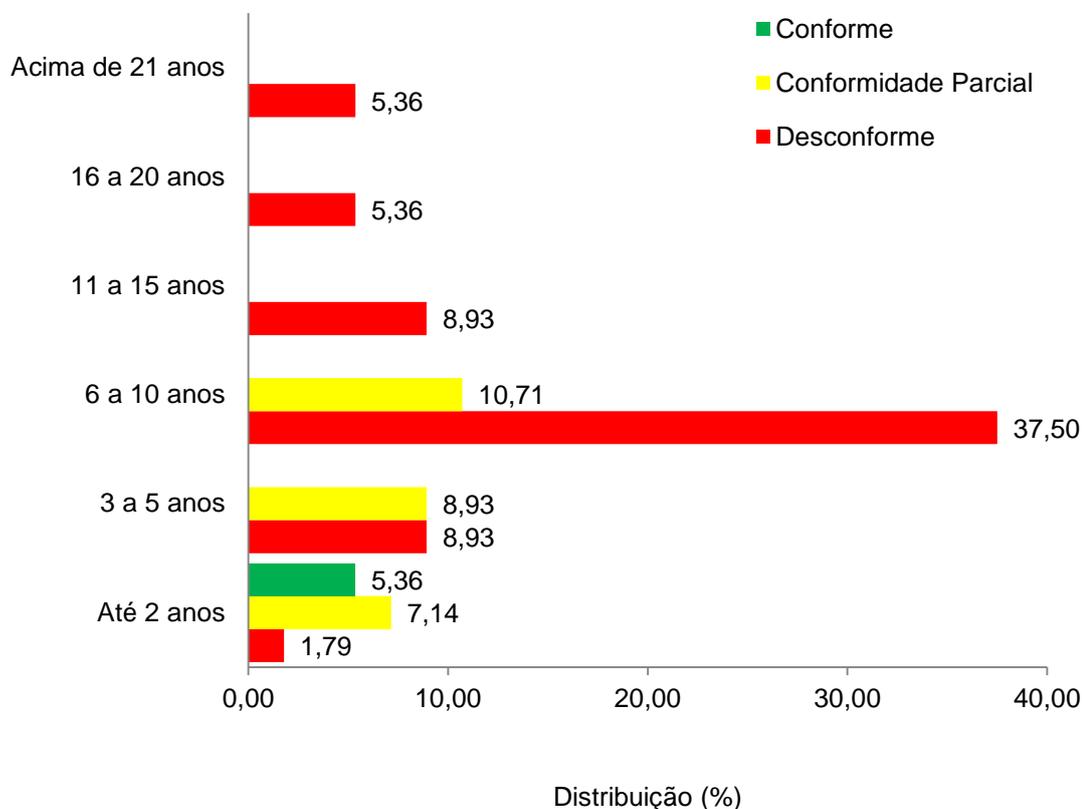
Diferentemente dos resultados obtidos no presente trabalho, Dornelles et al. (2011) constataram também a aprovação de pulverizadores acoplados aos três pontos do sistema hidráulico. A representação da aprovação obtida pelos autores foi de, 3,30% para pulverizadores acoplados aos três pontos, 6,30% para pulverizadores acoplados à barra de tração e ainda, 14,30% para pulverizadores autopropelidos.

Neste item, há necessidade de ser destacado o alto índice de reprovação dos pulverizadores acoplados aos três pontos do sistema hidráulico. Esta elevada taxa de reprovação não está relacionada exclusivamente ao péssimo estado de uso e conservação dos pulverizadores inspecionados, mas, principalmente, pela falta de itens básicos de segurança no projeto estrutural destes equipamentos, como: água limpa para lavagem pressurizada das embalagens, incorporador de produtos e, em muitos casos, a ausência do dispositivo de lavagem pressurizada das embalagens de agrotóxicos ou, quando presente este mecanismo, utilização da calda a ser aplicada para lavagem das embalagens, o que está em desacordo com os princípios descritos na norma ISO 16122 (2015) e na NR 31 (2005). Neste seguimento, pode-se dizer que a ausência destes mecanismos se dá, principalmente, pela falta de legislações e de órgãos competentes para fiscalização sobre o assunto no Brasil, uma vez que não é obrigatória a inspeção de pulverizadores, bem como, não há mais a realização de ensaios obrigatórios de máquinas e implementos agrícolas no País.

4.3.3 Classificação de acordo com o tempo de utilização dos pulverizadores

Ao considerar a classificação dos pulverizadores, conforme seu tempo de utilização pode-se observar que pulverizadores novos (até dois anos de uso), foram os únicos em conformidade com a norma utilizada, representando 5,36% do total avaliado (Figura 74). No entanto, 7,14% foram classificados em conformidade parcial e somente 1,79% apresentou-se desconforme. Dornelles et al. (2011), destacam que pulverizadores com período de utilização de até cinco anos foram aprovados em 12,00% dos casos. No entanto, somente 4,00% dos pulverizadores classificados entre cinco e dez anos de uso apresentaram-se de acordo com a metodologia proposta no trabalho.

Figura 74 - Classificação dos pulverizadores inspecionados de acordo com o tempo de utilização (anos)



Fonte: Autor.

Na medida em que aumenta o tempo de uso dos pulverizadores, ocorre um acréscimo no número de equipamentos em conformidade parcial e desconformes à metodologia utilizada, permitindo concluir que o estado de conservação dos pulverizadores é precário. Desta forma, pode-se observar que entre três e cinco anos, bem como, entre seis e dez anos de uso, 8,93% e 10,71% das avaliações, respectivamente, encontraram-se em conformidade parcial com a norma ISO 16122, não havendo pulverizadores nesta classificação ao ser considerado tempo de utilização superior a 11 anos.

Condições mais críticas, referentes ao uso e conservação, foram observadas nos pulverizadores classificados como desconformes à norma. Constatou-se a presença de um equipamento novo (1,79%) desconforme, porém a situação se agrava ao avaliar aqueles que possuem maior tempo de utilização. Entre três e cinco anos de uso, 8,93% das amostras apresentaram desconformidades graves,

seguidos pelo maior índice constatado (37,50%) os quais estão enquadrados entre seis e dez anos. Ainda, 8,93% estão inseridos entre 11 e 15 anos e, 5,36% representam pulverizadores entre 16 e 20 anos e acima de 21 anos de desempenho da atividade cada. Cabe ressaltar que o pulverizador mais antigo inspecionado foi fabricado no ano de 1970.

De maneira geral, conforme as constatações realizadas, foi possível observar que os pulverizadores com menor tempo de utilização apresentam melhores condições de trabalho, pois, dependendo do modelo, apresentam maior segurança para o operador e para o meio ambiente. Entretanto, percebe-se que há um número expressivo de equipamentos os quais não fazem uso de tecnologias que permitam maior segurança. Esta ocorrência pode estar relacionada à utilização de equipamentos obsoletos ao nível que se encontra a agricultura brasileira atualmente e, à falta de subsídios agrícolas ou incentivos governamentais para modernização de frotas e equipamentos, principalmente, ao que diz respeito aos médios e grandes produtores rurais.

4.4 ENCERRAMENTO DAS ATIVIDADES DE INSPEÇÃO

Após a atividade de coleta dos dados realizada nas inspeções, estes foram tabulados e analisados para que, antes do fechamento das atividades, fosse entregue ao proprietário o relatório da inspeção (Figura 75) e realizada a identificação dos pulverizadores conforme sua classificação.

O relatório era entregue por um dos integrantes da equipe do projeto, e, neste constava as informações dos pulverizadores, suas conformidades e desconformidades perante a metodologia descrita na norma ISO 16122 (2015). Neste momento, trocavam-se informações buscando sanar dúvidas que os proprietários poderiam ter com relação a seu pulverizador e então era realizado o agradecimento formal pela disponibilidade de seu tempo e equipamento.

Figura 75 – Entrega do relatório gerado pela inspeção do pulverizador ao proprietário ou preposto



Fonte: Autor.

Por fim, com o consentimento do proprietário ou preposto, os pulverizadores foram identificados de acordo com sua classificação final (Figura 76) afixando uma etiqueta específica para cada caso conforme o Apêndice I deste documento. Foi padronizado o local onde a etiqueta foi afixada, todas na estrutura metálica, próximo aos comandos hidráulicos dos pulverizadores.

Figura 76 – Identificação do pulverizador avaliado conforme sua classificação final



Fonte: Autor.

A utilização da etiqueta com a identificação do pulverizador e o período de avaliação facilitará a identificação das máquinas em inspeções futuras, bem como, irá permitir o acompanhamento do estado de uso e conservação de cada pulverizador.

4.5 REALIZAÇÃO DE NOVA INSPEÇÃO

Após a inspeção dos pulverizadores, disponibilizou-se o contato da equipe responsável pelo projeto para que, depois de realizada as adequações sugeridas, caso fosse do interesse do proprietário, poderia ser solicitada nova inspeção. Com isso, foi constatado que houve interesse por parte dos proprietários em adequarem seus pulverizadores, entrando em contato e solicitando informações acerca de quais equipamentos a serem adquiridos, referindo-se, principalmente, aos manômetros, ao tipo e modelo da ponta de pulverização.

É importante ressaltar que, dos 56 pulverizadores inspecionados no presente trabalho, somente um proprietário solicitou nova inspeção após realizar as adequações sugeridas. Na primeira inspeção realizada, este pulverizador havia sido classificado como desconforme a norma ISO 16122, atendendo somente a 30,00% da metodologia descrita. Após realizar parte das adequações sugeridas este pulverizador passou a atender em 65,00% a referente metodologia, o que fez com que continuasse classificado como desconforme à norma ISO 16122. Contudo, cabe salientar que as adequações realizadas foram relacionadas principalmente à parte de aplicação (substituição do manômetro, das pontas de pulverização e dos filtros do circuito hidráulico, conserto da barra de pulverização e do sistema de segurança e, retirada dos vazamentos), no entanto, o principal fator para este pulverizador não ter recebido conformidade parcial, se deu especialmente pela ausência da proteção da árvore cardânica.

4.6 DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Com a finalidade de tornar os resultados disponíveis, tanto ao meio acadêmico – científico, quanto aos técnicos e produtores rurais, a partir do projeto de pesquisa que deu origem ao presente trabalho, foi desenvolvido um projeto de

extensão intitulado “Determinação do Estado de Uso e Conservação dos Pulverizadores Agrícolas no Estado do Rio Grande do Sul”.

Por meio deste projeto de extensão foi possível divulgar as informações geradas com esta pesquisa, mostrando a importância da correta utilização e manutenção dos pulverizadores agrícolas, objetivando o uso correto dos agrotóxicos para elevar a eficácia de controle do alvo biológico e reduzir o impacto ambiental. Sendo assim, a equipe que compõe o Laboratório de Agrotecnologia divulgou o projeto e seus resultados parciais por meio de matérias publicadas em jornais locais e emissoras de telecomunicação das regiões onde foram desenvolvidas as atividades. Além disso, a divulgação também se deu por meio da realização de dia de campo, cursos e palestras, tendo como público alvo produtores, técnicos agrícolas, Engenheiros Agrônomos e estudantes de ensino técnico e superior. Por fim, além dos artigos técnicos e científicos gerados com esta pesquisa, também foi publicado o caderno técnico intitulado Calibração, Estado de Conservação e Uso de Pulverizadores Agrícolas no Estado do Rio Grande do Sul.

4.7 CONTRIBUIÇÕES DA TESE

Em face ao exposto, a aplicação da norma ISO 16122 irá padronizar a metodologia utilizada nos projetos de inspeção de pulverizadores agrícolas realizados mundialmente, permitindo assim, comparar de forma precisa os resultados obtidos. Além disso, irá possibilitar que seja correlacionada a qualidade, estado de uso e conservação destes equipamentos com a existência de legislações e fiscalizações dos órgãos governamentais, para que as atividades que envolvam aplicação de agrotóxicos sejam realizadas de forma mais precisa e segura.

Espera-se, que o presente estudo desperte nos órgãos governamentais brasileiros o interesse em aprovar legislações que tratem do ensaio de máquinas e implementos agrícolas no Brasil, como houve até o ano de 1992, quando o Centro Nacional em Engenharia Agrícola (CENEA) foi extinto. Há necessidade de homologar centros de pesquisas para a realização deste tipo de atividade, bem como, tornar obrigatória a inspeção de pulverizadores agrícolas no Brasil, visto que, como foi observado nos resultados deste estudo, há diversos modelos de pulverizadores agrícolas que, mesmo novos, são comercializados em desconformidade com a norma ISO 16122. Além disso, existe a necessidade de

investir em políticas governamentais que realizem o incentivo financeiro para o setor primário, principalmente, no que diz respeito à modernização das frotas agrícolas.

De forma a contribuir com trabalhos futuros que envolvam a inspeção técnica de pulverizadores agrícolas utilizando a norma ISO 16122 no Brasil, avaliou-se a aplicabilidade da referida norma à realidade nacional. Caso esta seja transcrita para ABNT NBR ISO 16122, há necessidade que a metodologia seja atualizada para possibilitar a utilização de forma unânime e adequada aos pulverizadores disponíveis no mercado brasileiro. É importante salientar este registro visto que não foi possível realizar a inspeção de pulverizadores autopropelidos, por não haver a possibilidade de contemplar a avaliação de itens específicos, utilizados até o momento somente nestes tipos de pulverizadores agrícolas, principalmente, em modelos providos de alta tecnologia embarcada com elevado percentual de dispositivos eletrônicos em sua composição.

Neste seguimento, de acordo com a forma em que se apresenta a ISO 16122 (2015), não há possibilidade de inspecionar os pulverizadores autopropelidos, pois dependendo do modelo considerado não é possível avaliar itens como o manômetro, pois este é integrado ao sistema eletrônico do pulverizador (computador de bordo) o que inviabiliza sua avaliação. De forma semelhante, ocorre a impossibilidade de avaliação da pulsação da pressão, da queda de pressão, da variação de pressão com as seções fechadas, da variação de pressão com a pulverização desligada, da distribuição de pressão, da vazão e distribuição das pontas de pulverização, uma vez que, em alguns modelos, quando o pulverizador se encontra estático, não há possibilidade de regular a pressão do sistema conforme a necessidade já descrita para os itens relatados.

Além disso, para proporcionar maior precisão dos dados obtidos com a inspeção dos pulverizadores, quando houver presença de vazamentos, seja por gotejamento ou contínuo, há necessidade de que estes sejam quantificados para determinar o desperdício de calda durante o período de utilização destas máquinas em um ano agrícola. Neste sentido, deverá ser descrita na metodologia o procedimento para a determinação das perdas provenientes dos vazamentos, para que por meio da utilização da correlação estatística, seja possível estimar a perda total e o custo da presença de vazamentos.

No sentido de aprimorar a metodologia descrita e utilizá-la de forma concisa à realidade do Brasil, a criação de legislações que tornem obrigatórias as inspeções

dos pulverizadores agrícolas, fará com que os produtores mantenham estes equipamentos em adequadas condições de uso, bem como, irá obrigar a seguirem procedimentos padrões para submeter estes à inspeção, semelhantemente ao método utilizado nos Países que compõem a União Européia. Este procedimento facilitará a qualidade e agilidade da inspeção, visto que, conforme observado no presente estudo, em alguns casos os pulverizadores apresentaram resíduo de agrotóxicos no circuito hidráulico, assim como, em suas partes estruturais. Ainda, em grande parte das amostras consideradas, estes equipamentos não atenderam as especificações de segurança operacional.

5 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que há necessidade de que as inspeções de pulverizadores agrícolas tornem-se obrigatórias no Brasil, necessitando ainda de políticas governamentais para renovação destes equipamentos, bem como, a homologação dos centros de pesquisas para que sejam realizados ensaios em máquinas e implementos agrícolas previamente à sua comercialização.

Além disso, conclui-se que:

I - O conjunto técnico para inspeção de pulverizadores utilizado no trabalho mostrou-se eficiente, pois permitiu avaliações precisas dos equipamentos e das partes que os compõe.

II - O estado de uso e conservação dos pulverizadores agrícolas inspecionados é considerado grave, pois 67,85% dos pulverizadores avaliados apresentaram-se desconformes a norma ISO 16122, 26,79% apresentaram conformidade parcial e somente 5,35% do total inspecionado foram classificados como conformes com a metodologia utilizada.

III – O nível de conhecimento dos operadores é considerado grave, pois não conhecem as noções básicas relacionadas ao uso de agrotóxicos e, à segurança operacional.

IV – Os problemas mais graves estão relacionados principalmente à segurança do operador e do meio ambiente. Observou-se a ausência de proteção da árvore cardânica, bem como, da proteção de correias e polias. Além disso, houve presença de vazamentos estáticos e dinâmicos e, ausência do reservatório de água limpa para lavagem das embalagens rígidas.

Considerando os problemas mais frequentes relacionados à atividade de aplicação, pode-se constatar erro no espaçamento entre bicos, o que afetou diretamente a distribuição transversal da barra. Além disso, utilização de manômetros imprecisos e pontas de pulverização desgastadas, o que interferiram de modo direto o volume de aplicação. Constatou-se ainda o uso da rotação da TDP aquém da recomendada.

V – A norma ISO 16122 apresenta a metodologia de forma clara e prática de ser utilizada para inspeção dos pulverizadores acoplados aos três pontos do sistema hidráulico ou à barra de tração do trator. No entanto, considerando que no mercado brasileiro se encontram os pulverizadores autopropelidos, há necessidade de que a norma seja atualizada para possibilitar a inspeção destas máquinas.

6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

I – Conduzir a segunda etapa deste projeto, realizando a inspeção dos pulverizadores agrícolas considerados no presente trabalho, a fim de, acompanhar a evolução do uso e manutenção destes equipamentos.

II – Ampliar a abrangência do projeto de inspeção de pulverizadores agrícolas no Rio Grande do Sul, contemplando as regiões da Campanha, Sul, Leste e Norte do Estado.

III – Realizar a inspeção de pulverizadores dos tipos turbo atomizadores, fixos e semimóveis por meio da utilização das partes dois e três que compõem a norma ISO 16122 (2015).

IV - Desenvolver uma metodologia específica para inspeção de pulverizadores autopropelidos, com o objetivo de atualizar a norma ISO 16122. Recomenda-se que esta metodologia componha a quinta parte da referida norma, visto que, os métodos para avaliação de pulverizadores acoplados aos três pontos do sistema hidráulico e à barra de tração do trator, bem como, para inspeção turbo atomizadores e, pulverizadores fixos e semimóveis já estão descritos nas partes II, III e, IV que compõem a norma ISO 16122 (2015).

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, C. B. **Avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia – MG**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.
- ALVARENGA, C. B.; CUNHA, J. P. A. R. da. Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 3, p. 555-562, 2010.
- ALVARENGA, C. B.; CUNHA, J. P. A. R. da. Avaliação de pulverizadores de barra na região do triângulo mineiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGRÓTXICOS, 4., 2008, Ribeirão Preto. **Artigos...** Ribeirão Preto: IAC, 2008. 1 CDROM
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G. V. et al. **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão, 2012. p. 113-139.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. 279p.
- ANTUNIASSI, U. R.; GANDOLFO, M. A. Projeto IPP – Inspeção de pulverizadores. In: Il Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente. Jundiaí. **Anais...** Jundiaí, 2001.
- ANTUNIASSI, U. R.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C.; CARVALHO, W. P. A.; OLIVEIRA, M. A. P. Spray drift from aerial application on sugarcane. In: International Conference on Agricultural Engineering CIGR-AGEng. **Agriculture and engineering for a healthier life**. Valência, 2012, v. 1, p. 1-6.
- BALDI, F. VIERI, M. Controllo e certificazione delle machine per la distribuzione dei fitofarmaci. **Macchine per la Distribuzione de Fitofarmaci**, v. 38, p. 17-32, 1992.
- BALESTRINI, L. Mobile inspection and diagnosis service of sprayers in resistance prevention. Results obtained out of inspections performed by a group producers during the 2004-2005 seanson. **Resistant Pest Management Newsletter**, v. 16, n. 1, p. 5-7, 2006.
- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 275-284, 2004.
- BJUGSTAD, N. Control of crop sprayers in Norway. In: **AGENG**. 1998, Oslo. Eurageng. Oslo, 1998.
- BOLLER, W.; SCHLOSSER, J. F. Consideraciones operativas de las boquillas pulverizadoras. In: MAGDALENA, J. C.; HERRÁN, B. C.; DI PRINZIO, A.;

BANNISTER, I. H.; VILLALBA, J. **Tecnología de aplicación de agroquímicos**. Rio Negro: CYTED, 2010. p. 89-95.

BRASIL. **Lei n. 9974, de 6 de junho de 2000**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9974.htm. Acesso em: 28 nov. 2016.

CASALI, A. L. **Condições de uso de pulverizadores e tratores na região central do Rio Grande do Sul**. 2012. 109 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

CASALI, A. L.; SCHLOSSER, J. F.; GANDOLFO, M. A.; UHRY, D.; RODRIGUES, F. A. Nível de capacitação e informação dos operadores de máquinas para a aplicação de agrotóxicos. **Ciência Rural**, v. 45, n. 3, p. 425 - 431, 2015.

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S.; CORRALES, F. M.; GALVÃO, J. A. H.; CABRAL, O. M. R.; NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 741-747, 1999b.

CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; OLIVEIRA, D.A.; MORSOLETO, R.V.; PIO, L.C. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999a. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa, 2).

CHAIM, A.; BOTTON M.; SCRAMIN, S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SANHUEZA, R. M. V.; KOVALESKI, A. Deposição de agrotóxicos pulverizados na cultura da maçã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 889-892, 2003.

CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y.; FERRACINI, V.L. Eficiência de deposição de pulverização em videiras, comparando bicos e pulverizadores. **Ecotoxologia e Meio Ambiente**, v. 14. p. 39-46, 2004.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C.A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.

CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro**. 2003. 81 f. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 977-985, 2004.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 27, n. esp, p. 10-15, 2007.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; CASTILLO, B.; RODRIGUES, G. Formulaci3n de agroquímicos para el control de plagas. In: MAGDALENA, J. C.; HERRÁN, B. C.; DI PRINZIO, A.; BANNISTER, I. H.; VILLALBA, J. **Tecnología de aplicaci3n de agroquímicos**. Rio Negro: CYTED, 2010. p. 27-44.

DECLERCQ, J.; HUYGHEBAERT, B.; NUYTENS, D. **An overview of the defects on tested field sprayers in Belgium**. In: Third European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayer. 2009. 198 p.

DEDORDI, G. F.; MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; DAMS, R. O.; TRENTIN, R. G.; MACHADO, F. Avalia3n t3cnica-operacional de pulverizadores de barras na regi3o de Pato Branco – PR. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 1, p. 144-155, 2014.

Di PRINZIO, A.; BEHMER, S.; MAGDALENA, J. C. Equipos pulverizadores terrestres. In: MAGDALENA, J. C.; HERRÁN, B. C.; DI PRINZIO, A.; BANNISTER, I. H.; VILLALBA, J. **Tecnología de aplicaci3n de agroquímicos**. Rio Negro: CYTED, 2010. p. 107-120.

DORNELLES, M. E. C. **Inspe3n t3cnica de pulverizadores agrícolas no Rio Grande do Sul**. 2008. 125 f. Disserta3n (Mestre em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

DORNELLES, M. E.; SCHLOSSER, J. F. CASALI, A. L.; BRONDANI, L. B. Inspe3n t3cnica de pulverizadores agrícolas: hist3rico e import3ncia. **Ci3ncia Rural**. v. 39, n. 5, p. 1601-1606, 2009.

DORNELLES, M. E.; SCHLOSSER, J. F.; BOLLER, W.; RUSSINI, A.; CASALI, A. L. Inspe3n t3cnica de tratores e pulverizadores utilizados em pulveriza3n agrícola. **Engenharia na Agricultura**. v. 19, n. 1, p. 36-43, 2011.

ENDRIZZI, T. Indispensabili per le irroratrici manutenzioni e controlli piú accurati. **L'Informatore Agrario**, v. 24, p. 37-38, 1990.

FERNANDES, A. P.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, C. A. L. Efici3ncia de diferentes ramais de pulveriza3n e volumes de calda no controle de *Brevipalpus phoenicis* na cultura do caf3. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p. 130-135, 2010.

FRIEDRICH, T. La actualizaci3n de la FAO con respecto a la tecnología de aplicaci3n para Agroquímicos. In: SIMP3SIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAC3N DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1, 1996, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: IAC, 1996. 15p.

GANDOLFO, M. A. **Inspe3n peri3dica de pulverizadores agrícolas**. 2001. 92 f. Tese (Doutor em Agronomia) – Faculdade de Ci3ncias Agron3micas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2001.

GANZELMEIER, H. Rules of approval, rules of inspection, quality management of inspection in Germany. In: EUROPEAN WORKSHOP ON STANDARDIZED PRODEDURE FOR THE INSPECTION OF SPRAYERS IN EUROPE, 2, Straelen: **Proceedings**. Straelen: 2007, p. 29-33.

GANZELMEIER, H.; RIETZ, S. Inspection of plant protection in Europe. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING. PART II, 1998, Oslo. **Proceedings...** Oslo: 1998, p. 597-598.

GIL, E. Inspection of sprayer in use. Quality improvement by increasing farmer's formation. **Parasítica**, v. 57, n. 1-2-3, p. 157-166, 2001.

GIL, E.; AGUILÁ, F. G.; AUGUSTÍ, A. E. **Manual de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios em uso**. Barcelona: Ministerio de Medio Ambiente y Medio y Marino, 2011. Disponível em: http://www.gmrcanarias.com/wp-content/uploads/2016/03/Anexo-01.-Manual_de_inspeccion_de Equipos_de_aplicacion_de_fitosanitario.pdf. Acesso em: 10 ago. 2016.

GIL, E.; JIMÉNEZ, Á.; RAMOS, F. J. G. **Manual for inspection of sprayers in use and PRITEAF, dedicated software for inspection of sprayers: success tools developed for the inspector's training process in Spain**. In: 5th European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection os Sprayers in Europe – SPISE 5. Montpellier – France, p. 15-17, 2014.

GIL, E.; MONTEMAYOR, V.; GRÀCIA, F. **The official procedure for mandatory inspection of sprayers in use in Spain. How to deal with regional autonomous authorities**. In: 4th European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection os Sprayers in Europe – SPISE 4. Lana – Italy, p. 27-29, 2012.

GRACIA, F.; CAMP, F.; FILLAT, A.; SOLANELLES, F.; BUSTOS, A.; VAL, L. Inspección de equipos pulverizadores agrícolas. In: MAGDALENA, J. C.; HERRÁN, B. C.; DI PRINZIO, A.; BANNISTER, I. H.; VILLALBA, J. **Tecnología de aplicación de agroquímicos**. Rio Negro: CYTED, 2010. p. 133-146.

GRACIA, C.; VAL, L. **Informe final de actividades y resultados correspondientes al desarrollo del proyecto: Revisión de equipos de pulverización empleados em explataciones que practican producción integrada**. Valencia. 2001. 20p. (Informativo).

HUYGHEBAERT, B.; MOSTADE, O.; CARRE, J.; DEBOUCHE, C. Compulsory inspection of crop sprayers already in use Belgium: Selection of control method. **AgEng. Madrid 96**. v. 26, p. 79-86, 1996.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 16122: Agricultural and forestry machinery – Inspection of sprayers in use**. Geneva, 2015. 88p.

KOCH, H. **Periodic inspection of air-assisted sprayers**. EPPO Workshop on Application Technology in Plant Protection, v. 26, p. 79-86, 1996.

LANÇAS, K. P. et al. Manutenção da vida longa ao trator. **A Granja**, Porto Alegre, n. 54, p. 40-50, 1998.

LANGENAKENS, J.; PIETERS, M. **Organization and results of the compulsory inspection of sprayer in Belgium.** In: 7th International Congress of Agriculture. Adana- Turkey, p. 50-53, 1999.

LANGENAKENS, J.; PIETERS, M. The organization and first results of the mandatory inspection of crop sprayers in Belgium. **Optimizing Pesticide Application.** v. 48, p. 233-240, 1997.

MACHADO, T. M. Inspeção periódica de pulverizadores de barras na região de Guarapuava – PR. **Enciclopédia Biosfera.** v. 10, n. 19, p. 1225-1233, 2014.

MAGDALENA, J. C.; DI PRINZIO, A. P. Servicio de calibración de pulverizadoras frutícolas en Rio Negro y Neuquén. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL, 2, 1992, Córdoba. **Anais...** Córdoba: 1992, 11p.

MAGDALENA, J. C.; FERNÁNDEZ, D.; DI PRINIZIO, A.; BEHMER, S. Pasado y presente de la aplicación de agroquímicos en agricultura. In: MAGDALENA, J. C.; HERRÁN, B. C.; DI PRINZIO, A.; BANNISTER, I. H.; VILLALBA, J. **Tecnología de aplicación de agroquímicos.** Rio Negro: CYTED, 2010. p. 17-25.

MÁRQUEZ, L. Procedimiento normalizado para la auditoría de seguridad en los equipos de pulverización. **Agrotécnica.** Madrid, p. 28-34. 2001.

MARTINI, A. T.; AVILA, L. A.; CAMARGO, E. R.; HELGUEIRA, D. B.; BASTIANI, M. O.; LOECK, A. E. Pesticide drift from aircraft applications with conical nozzles and electrostatic system. **Ciência Rural,** v. 46, n. 9, p. 1678-1682, 2016c.

MARTINI, A. T.; SCHLOSSER, J. F.; FARIAS, M. S.; NEGRI, G. M.; HERZOG, D. Menu de autopelidos. **Cultivar Máquinas.** v. 168, n. 14, p. 22-29, 2016a.

MARTINI, A. T.; SCHLOSSER, J. F.; FARIAS, M. S.; OLIVEIRA, L. F. V.; HERZOG, D. Mesmos erros. **Cultivar Máquinas.** v. 163, n. 14, p. 16-19, 2016b.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods.** 3 ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. 432 p.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicações de agrotóxicos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos:** novas tecnologias. Campinas, 1998, p. 95-103.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de produtos fitossanitários.** Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

MION, R. L.; SOMBRA, W. A.; DUARTE, J. M. L.; NASCIMENTO, E. M. S.; VILIOTTI, C. A.; LUCAS, F. C. B.; MONTE, C. A. Uso de mesa vertical como parâmetro para regulação de turboatomizadores. **Revista Engenharia Agrícola,** v. 31, n. 2, p. 352-358, 2011.

NORMA ESPAÑOLA Maquinaria agrícola. Pulverizadores. Inspección de pulverizadores en uso. 2004.

NORMA Regulamentadora de Segurança e saúde no trabalho na

agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura – NR 31 de 03/03/2005. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR31.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2016.

OSTEROTH, H. J. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig, Germany. **Inspection of sprayers in Germany – results and experience over the past Decades**. 2004. 29p.

RAMOS, F. J. G.; CORTÉS, M. V. Inspección técnica de equipos para la aplicación de fitosanitarios. **Vida Rural**. Madrid, p. 38-42, 2006.

RICE, B. The contribution of a sprayer testing service to safer, more effective spraying. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PESTICIDES APPLICATION TECHNIQUES, 2, 1993, Strasburg. **Proceedings...** Strasburg: 1993, p. 505-512.

REICHARD, D. L.; OZKAN, H. E.; FOX, R. D. Nozzle wear rates and test procedure. **Trans. ASAE, (Am. Soc. Agric. Eng.)**, v. 34, p. 2309-2316, 1991.

RIKON, J. S.; CONSTANCE, D. H.; GALETTA, S. Factors affecting farmer's use a rejection of banded pesticide applications. **J. Soil Water Conserv**, v. 51, p. 322-329, 1996.

SCHLOSSER, J. F. **Tecnologia de aplicação e máquinas de uso de agroquímicos**. Santa Maria. 2002. 21p. (Série técnica).

SCRAMIN, S.; CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y., FERRACINI, V. L.; ANTÔNIO, P. L.; ALVARENGA, N. Avaliação de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura do algodão. **Ecotoxicologia e meio ambiente**, v.12, p.43-50, 2002.

SICHOCKI, D. **Metodologia de inspeção de pulverizadores hidráulicos e hidropneumáticos na região do Alto do Parnaíba – MG**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Rio Parnaíba, 2013.

SILVEIRA, J. C. M.; GABRIEL FILHO, A.; PEREIRA, J. O.; SILVA, S. L.; MODOLO, A. J. Avaliação qualitativa de pulverizadores da região de Cascavel, Estado do Paraná. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 569-573, 2006.

SIQUEIRA, J. L. **Inspeção periódica de pulverizadores: análise dos erros de calibração e impacto econômico**. 2009. 117 f. Tese (Doutor em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

SIQUEIRA, J. L.; ANTUNIASSI, U. R. Inspeção periódica de pulverizadores nas principais regiões de produção de soja no Brasil. **Revista Energia na Agricultura**, v. 26, n. 04, p. 92-100, 2011.

TUGNOLI, V. Il controllo e la taratura delle barre per trattamenti deserbanti. **L'infomatore Agrario**, v. 21, p. 35-38, 1995.

VAL, L. M. **Programas de formación de aplicadores y programa de revisión de equipos**. Diapositivo color. In: JORNADA INTERNACIONAL EN TECNOLOGIA DE APLICACIÓN. Universidad Politécnica de Valencia. 2006.

APÊNDICE A - FOLDER UTILIZADO NA DIVULGAÇÃO DO PROJETO

Páginas externas

HISTÓRICO E ATUAÇÃO DO AGROTEC

O Laboratório de Agrotecnologia é um laboratório de pesquisa científica voltado ao campo das novas tecnologias agrícolas, que possibilita ampla atuação no meio acadêmico, agrícola e industrial.

Sob coordenação do Prof. Dr. José Fernando Schlosser, o Agrotec está vinculado ao Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas (NEMA) o qual é um órgão suplementar do Centro de Ciências Rurais, realizando-se pesquisa, difusão de tecnologia, avaliação de máquinas agrícolas, desenvolvimento de produtos e projetos em apoio ao ensino de graduação e de pós-graduação.

Atualmente o Agrotec realiza trabalhos voltados a avaliações de máquinas e implementos agrícolas, como inspeção técnica de pulverizadores agrícolas; desempenho de conjuntos mecanizados e colhedoras; ergonomia, segurança e acidentes do trabalho.

Mais Informações:
josefernandoschlosser@gmail.com
alfrantm@gmail.com

REALIZAÇÃO



Laboratório de Agrotecnologia
Avenida Roraima - 1000,
Cidade Universitária.
Bairro Camobi
Cep: 97105-900, Santa Maria, RS.
Fone: (55) 3220 - 8175

Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas




Páginas Internas

Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas - PIPA

<p>Justificativa da Inspeção Técnica</p>  <ul style="list-style-type: none"> Ineficiência das aplicações; Impacto no meio ambiente; Uso excessivo de agrotóxicos. 	<p>Objetivo da Inspeção Técnica</p> <p>Implantar um projeto de inspeção de pulverizadores agrícolas que atenda à norma ISO 16122, para avaliar e quantificar as ineficiências ocorrentes na pulverização de agrotóxicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolução de problemas específicos; Informações para manutenções. 	<p>Equipamentos Utilizados</p> <p>Dispositivos Eletrônicos</p>  <p>Manômetros de Precisão</p>  <p>Perfil de Distribuição</p> 
<p>Metodologia ISO 16122</p> <ul style="list-style-type: none"> Adequação dos pulverizadores; Redução da contaminação ambiental; Redução das perdas de agrotóxicos; Aumento no controle do alvo biológico. 		

Dimensões: 297 mm de largura e 210 mm de altura. Tiragem: 200 Unidades.

APÊNDICE B – BANNER UTILIZADO NA DIVULGAÇÃO DO PROJETO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
NÚCLEO DE ENSAIOS DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS
LABORATÓRIO DE AGROTECNOLOGIA



PROJETO DE INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS

Coordenador: Dr. José Fernando Schlosser

JUSTIFICATIVA DA INSPEÇÃO TÉCNICA

- Ineficiência das aplicações;
- Impacto no meio ambiente;
- Uso excessivo de agrotóxicos.



METODOLOGIA ISO 16122

- Adequação dos pulverizadores;
- Redução da contaminação ambiental;
- Redução das perdas de agrotóxicos;
- Aumento no controle do alvo biológico.

OBJETIVO DA INSPEÇÃO TÉCNICA

Implantar um projeto de inspeção de pulverizadores agrícolas que atenda à norma ISO 16122, para avaliar e quantificar as ineficiências ocorrentes na pulverização de agrotóxicos.

- Resolução de problemas;
- Informações para manutenções.

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Dispositivos Eletrônicos:



- Manômetros de Precisão:



- Avaliação do Perfil de Distribuição:



APÊNDICE C – BASE DE DADOS DOS PULVERIZADORES INSPECIONADOS

(continua)

Pulverizador	Ponto GPS	Marca	Data da inspeção	Conformidade	Coordenadas Geográficas	
					Latitude	Longitude
01	01	Montana	Nov/15	Conformidade Parcial	29°43'23,79"S	53°43'14,69"O
02	02	Jacto	Nov/15	Desconforme	29°43'16,29"S	53°43'21,99"O
03	03	Jacto	Dez/15	Desconforme	29°31'56,69"S	53°31'50,39"O
04	04	Jacto	Dez/15	Desconforme	29°32'03,40"S	53°31'14,99"O
05	05	Montana	Mai/16	Desconforme	29°43'52,45"S	53°27'23,44"O
06	06	Jacto	Jun/16	Conformidade Parcial	29°35'19,57"S	53°25'58,30"O
07	06	Hatsuta	Jun/16	Desconforme	29°35'19,57"S	53°25'58,30"O
08	07	Montana	Jun/16	Desconforme	29°35'49,98"S	53°24'23,80"O
09	08	Jacto	Jun/16	Conformidade Parcial	29°32'38,27"S	53°26'54,57"O
10	09	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°32'59,91"S	53°26'55,31"O
11	10	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°33'53,08"S	53°24'02,02"O
12	11	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°32'33,05"S	53°23'40,49"O
13	12	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°30'26,83"S	53°25'03,69"O
14	13	Jacto	Jun/16	Conformidade Parcial	29°31'07,20"S	53°24'25,70"O
15	14	Hatsuta	Jun/16	Desconforme	29°32'30,99"S	53°26'43,50"O
16	15	Kuhn Metasa	Jun/16	Desconforme	29°35'18,06"S	53°28'20,45"O
17	16	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°34'19,65"S	53°27'14,19"O
18	17	Jacto	Jun/16	Conformidade Parcial	29°30'34,40"S	53°38'22,48"O
19	18	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°29'28,78"S	53°34'58,11"O
20	19	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°37'38,10"S	53°25'29,35"O
21	20	Jacto	Jun/16	Conformidade Parcial	29°40'21,64"S	53°28'22,08"O
22	21	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°36'09,03"S	53°19'34,12"O
23	22	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°31'44,32"S	53°20'53,20"O
24	23	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°36'55,53"S	53°20'24,41"O
25	24	Hatsuta	Jun/16	Desconforme	29°34'03,11"S	53°20'56,73"O
26	25	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°37'34,08"S	53°25'31,27"O

(conclusão)

27	26	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°37'51,81"S	53°25'52,06"O
28	27	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°33'14,04"S	53°36'10,47"O
29	28	Jacto	Jun/16	Conformidade Parcial	29°52'52,50"S	53°15'45,53"O
30	29	Montana	Jun/16	Desconforme	29°56'19,80"S	53°14'04,64"O
31	30	Montana	Jun/16	Desconforme	29°37'22,05"S	54°07'58,84"O
32	30	Jacto	Jun/16	Desconforme	29°37'22,05"S	54°07'58,84"O
33	31	Jacto	Jun/16	Conforme	29°18'02,12"S	56°33'43,89"O
34	32	Jacto	Jul/16	Conformidade Parcial	29°16'12,77"S	56°18'06,72"O
35	33	Jacto	Jul/16	Desconforme	29°14'34,46"S	56°32'42,71"O
36	34	Jacto	Jul/16	Conformidade Parcial	28°58'18,84"S	56°18'14,87"O
37	35	Jacto	Jul/16	Conforme	29°09'26,98"S	56°16'59,95"O
38	36	Caíman	Jul/16	Desconforme	29°14'47,87"S	56°25'07,71"O
39	37	Berthoud	Jul/16	Conformidade Parcial	29°09'53,05"S	56°27'58,76"O
40	38	Berthoud	Jul/16	Desconforme	29°12'28,61"S	56°10'30,01"O
41	39	Jacto	Jul/16	Desconforme	29°00'33,74"S	55°47'44,76"O
42	39	Stara	Jul/16	Conformidade Parcial	29°00'33,74"S	55°47'44,76"O
43	40	Jacto	Jul/16	Desconforme	29°01'33,52"S	56°03'43,05"O
44	41	Jacto	Jul/16	Desconforme	29°06'46,02"S	56°24'26,55"O
45	41	Jacto	Jul/16	Conformidade Parcial	29°06'46,02"S	56°24'26,55"O
46	42	Stara	Jul/16	Desconforme	29°10'45,15"S	56°26'16,33"O
47	43	Jacto	Jul/16	Desconforme	29°09'56,15"S	56°29'21,71"O
48	44	Jacto	Jul/16	Conformidade Parcial	29°17'12,97"S	56°03'20,61"O
49	45	Stara	Jul/16	Desconforme	29°16'05,95"S	56°02'29,83"O
50	46	Jacto	Jul/16	Conformidade Parcial	29°21'49,45"S	56°25'33,09"O
51	47	Montana	Jul/16	Desconforme	29°19'14,90"S	56°25'23,19"O
52	48	Jacto	Jul/16	Conforme	29°16'25,49"S	56°29'46,37"O
53	48	Jacto	Jul/16	Desconforme	29°16'25,49"S	56°29'46,37"O
54	49	Berthoud	Jul/16	Desconforme	29°06'41,11"S	56°15'42,60"O
55	50	Jacto	Jul/16	Desconforme	29°10'32,37"S	56°32'51,29"O
56	31	Jacto	Jul/16	Conformidade Parcial	29°18'02,12"S	56°33'43,89"O

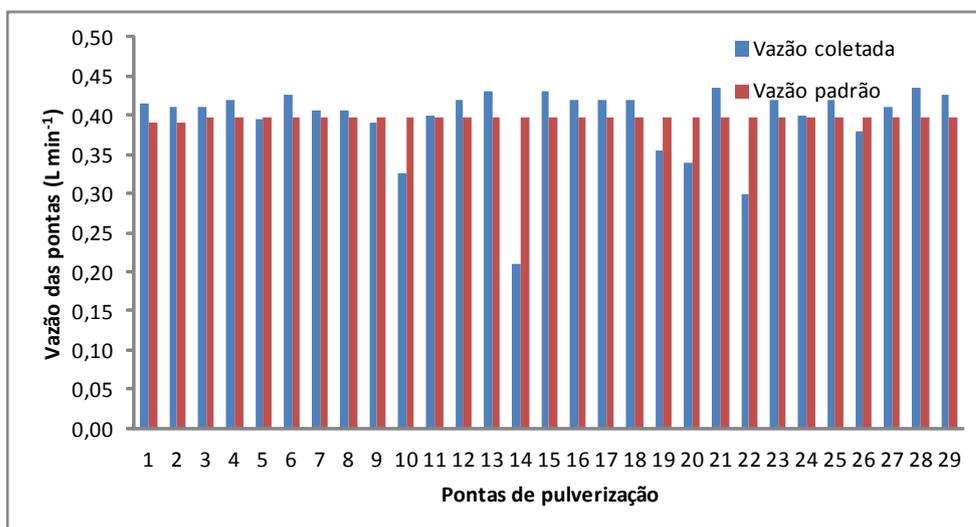
APÊNDICE D – RELATÓRIO DA INSPEÇÃO ENTREGUE AO PRODUTOR RURAL

 PROJETO DE INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS - PIPA					
DADOS DE INSPEÇÃO					
PROPRIETÁRIO	XXXXXXXX	PULVERIZADOR Nº	037	DATA	15/06/16
MUNICÍPIO	Itaquí	PONTO GPS	035	CULTURA (S)	Arroz
MARCA	Jacto	MODELO	Coral	DEPÓSITO (l)	2000
ANO FABRICAÇÃO	2014	ANO AQUISIÇÃO	2014	ACOPLAMENTO	Arrasto
ÁREA ATENDIDA (ha)	70	HORAS/ANO	50	ÚLTIMO USO	Herbicida
LARGURA BARRAS (m)	14	NÚMERO DE SEÇÕES	4	CLASSIFICAÇÃO	Conforme
1. MANÔMETRO					
Visível ao operador					
NÍVEL DE GLICERINA	1/1	REGULADOR	Adequado		
DIÂMETRO (m.m)	66	PRESSÃO (BAR)	1,78		
TESTE DE BANCADA					
PRESSÃO (BAR)	CALIBRADO	1,00	5,00	10,00	15,00
	INSPECIONADO	1,00	5,20	10,00	15,20
	ERRO (%)	0,00%	4,00%	0,00%	1,33%
2. VAZAMENTOS - ESTÁTICO E DINÂMICO					
GOTEJAMENTO		CONTÍNUO		GOTEJAMENTO CONTÍNUO	
BOMBA	0	0	BICOS	0	0
DEPÓSITO	0	0	CIRC. HIDRÁULICO	0	0
3. FILTROS					
RESERVATÓRIO	Bom estado e limpo		LINHA	Bom estado e limpo	
BOMBA	Bom estado e limpo		PONTA	Bom estado e limpo	
4. BOMBA					
ÓLEO LUBRIFICANTE	Dentro do nível		ÚLTIMA TROCA (Horas)	Original	
5. DEPÓSITO					
RESTOS DE PRODUTOS PARTE EXTERNA	Não		FECHAMENTO DA TAMPA	Correto	
RESTOS DE PRODUTO PARTE INTERNA	Não		INDICADOR DE NÍVEL	Legível	
6. ELEMENTOS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA					
PROTEÇÃO DA JUNTA CARDÂNICA	Bom estado		PROTEÇÃO DO EIXO LIVRE DA BOMBA	Bom estado	
PROTEÇÃO DE CORREIAS E POLIAS	Bom estado		DISPOSITIVO DE DRENAGEM	Bom estado	
LAVAGEM DE EMBALAGEM SOB PRESSÃO	Bom estado				
PRÉ - MISTURA	Bom estado				
ÁGUA LIMPA PARA LAVAGEM DAS EMBALAGENS			Bom estado e limpo		
7. VERIFICAÇÃO NO TRATOR					
MARCA	Massey Ferguson	MODELO	MF 297	HORÍMETRO (Hor: 7499	
ACEL. MANUAL	Bom estado	ROT. TACÔMETRO (rpm)	1900	TACÔMETRO	Bom estado
VELOCIDADE (km/h)	4,18	ROT. EXIGIDA (rpm)	1900	ROTAÇÃO TDP (t 540	
POSTO DE OPERAÇÃO	Acavalado e com EPCC		ANO TRATOR	2003	
8. OUTROS					
VOLUME ESPERADO (L/ha)	85	ESPAÇAMENTO PADRÃO (cm)	50		
VOLUME REAL (L/HA)	87,8	Pontas em uso	Jacto JSF 110.01		

AlfranTellechea Martini
 (55) 9975-4356
 alfrantm@gmail.com


VAZÃO DAS PONTAS DE PULVERIZAÇÃO


Pontas	Pressão sistema	Vazão coletada	Vazão padrão
1	3,00	0,42	0,39
2	3,00	0,41	0,39
3	3,10	0,41	0,40
4	3,10	0,42	0,40
5	3,10	0,40	0,40
6	3,10	0,43	0,40
7	3,10	0,41	0,40
8	3,10	0,41	0,40
9	3,10	0,39	0,40
10	3,10	0,33	0,40
11	3,10	0,40	0,40
12	3,10	0,42	0,40
13	3,10	0,43	0,40
14	3,10	0,21	0,40
15	3,10	0,43	0,40
16	3,10	0,42	0,40
17	3,10	0,42	0,40
18	3,10	0,42	0,40
19	3,10	0,36	0,40
20	3,10	0,34	0,40
21	3,10	0,44	0,40
22	3,10	0,30	0,40
23	3,10	0,42	0,40
24	3,10	0,40	0,40
25	3,10	0,42	0,40
26	3,10	0,38	0,40
27	3,10	0,41	0,40
28	3,10	0,44	0,40
29	3,10	0,43	0,40



...continuação

VARIAÇÃO PERCENTUAL DA VAZÃO DAS PONTAS DE PULVERIZAÇÃO							
Pontas	Pressão	Vazão Tabela	Pressão sistema	Vazão pressão sistema	Vazão Corrigida	Diferença	Diferença (%)
1	3,00	0,39	3,00	0,42	0,39	0,03	6,41
2	3,00	0,39	3,00	0,41	0,39	0,02	5,13
3	3,00	0,39	3,10	0,41	0,40	0,01	3,42
4	3,00	0,39	3,10	0,42	0,40	0,02	5,94
5	3,00	0,39	3,10	0,40	0,40	0,00	-0,36
6	3,00	0,39	3,10	0,43	0,40	0,03	7,20
7	3,00	0,39	3,10	0,41	0,40	0,01	2,16
8	3,00	0,39	3,10	0,41	0,40	0,01	2,16
9	3,00	0,39	3,10	0,39	0,40	-0,01	-1,63
10	3,00	0,39	3,10	0,33	0,40	-0,07	-18,02
11	3,00	0,39	3,10	0,40	0,40	0,00	0,90
12	3,00	0,39	3,10	0,42	0,40	0,02	5,94
13	3,00	0,39	3,10	0,43	0,40	0,03	8,46
14	3,00	0,39	3,10	0,21	0,40	-0,19	-47,03
15	3,00	0,39	3,10	0,43	0,40	0,03	8,46
16	3,00	0,39	3,10	0,42	0,40	0,02	5,94
17	3,00	0,39	3,10	0,42	0,40	0,02	5,94
18	3,00	0,39	3,10	0,42	0,40	0,02	5,94
19	3,00	0,39	3,10	0,36	0,40	-0,04	-10,45
20	3,00	0,39	3,10	0,34	0,40	-0,06	-14,24
21	3,00	0,39	3,10	0,44	0,40	0,04	9,72
22	3,00	0,39	3,10	0,30	0,40	-0,10	-24,33
23	3,00	0,39	3,10	0,42	0,40	0,02	5,94
24	3,00	0,39	3,10	0,40	0,40	0,00	0,90
25	3,00	0,39	3,10	0,42	0,40	0,02	5,94
26	3,00	0,39	3,10	0,38	0,40	-0,02	-4,15
27	3,00	0,39	3,10	0,41	0,40	0,01	3,42
28	3,00	0,39	3,10	0,44	0,40	0,04	9,72
29	3,00	0,39	3,10	0,43	0,40	0,03	7,20
						Média (%)	-0,12



COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA BARRA DE PULVERIZAÇÃO



Vazão tabelada: L/min a 2,8 BAR

Pressão na barra: BAR

Número de pontas por amostra:

Canaleta	Esquerda da Barra	Centro da Barra	Direita da Barra
1	32,0	32,0	32,0
2	32,0	38,0	34,0
3	32,0	40,0	37,0
4	32,0	43,0	39,0
5	31,0	42,0	40,0
6	32,0	40,0	36,0
7	36,0	40,0	40,0
8	37,0	40,0	40,0
9	41,0	43,0	41,0
10	43,0	44,0	41,0
11	42,0	42,0	40,0
12	42,0	42,0	40,0
13	43,0	41,0	41,0
14	34,0	37,0	40,0
15	30,0	35,0	38,0
16	30,0	33,0	38,0
17	34,0	34,0	40,0
18	36,0	35,0	40,0
19	40,0	36,0	42,0
20	36,0	31,0	38,0
Média vazão - l/min	35,75	38,40	38,85
Desvio padrão	4,56	4,01	2,50
CV - %	12,77%	10,43%	6,43%
CV MÉDIO - %	9,88%		

Padrões:

- Adequado:
- Inadequado

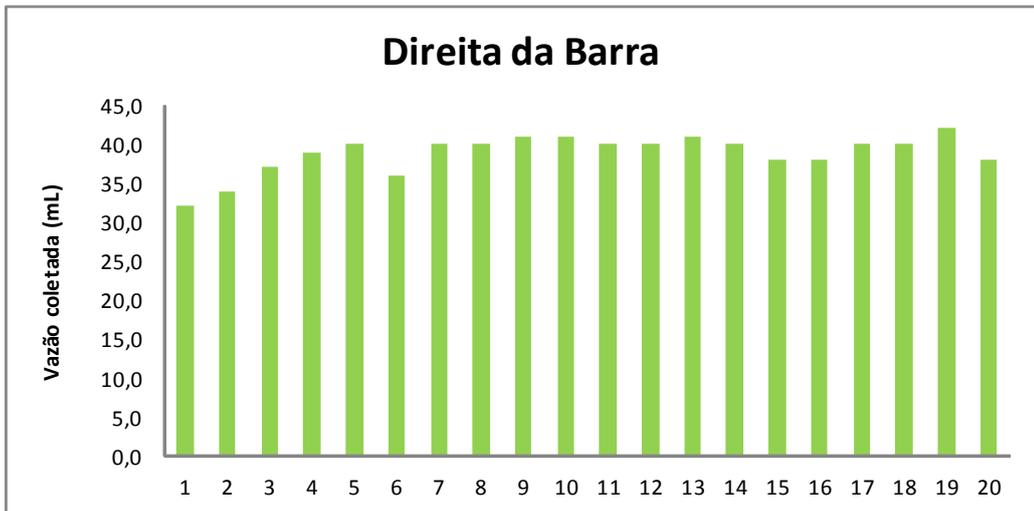
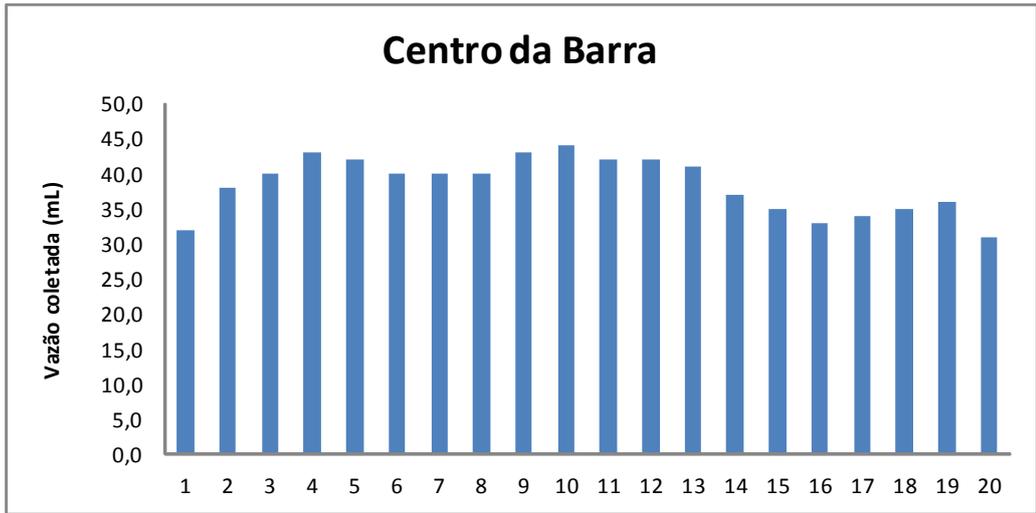
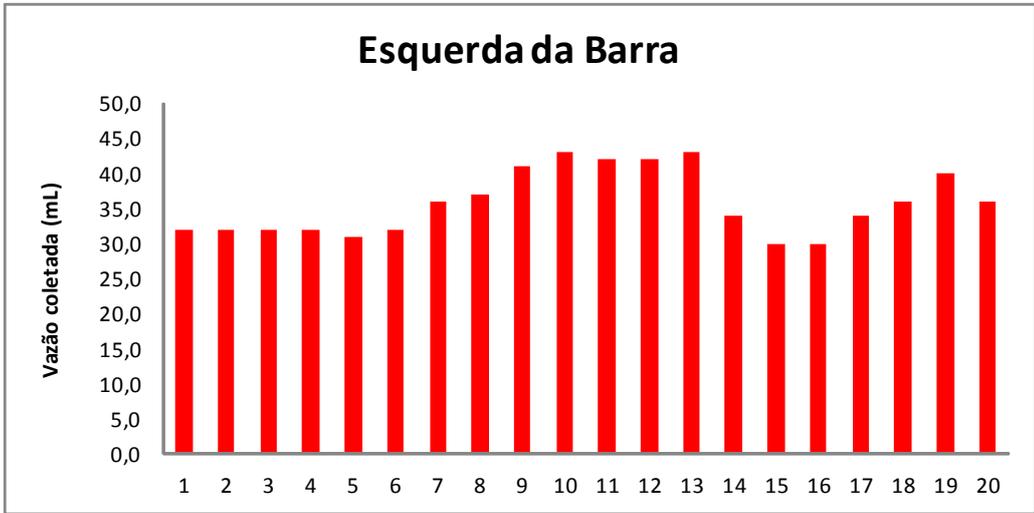
Até 10%

acima de 10%

Obs:

Pegar amostra de 3 pontos distintos da barra

...continuação



APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS OPERADORES



PROJETO DE INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS LABORATÓRIO DE AGROTECNOLOGIA - AGROTEC / UFSM



Qual a escolaridade do operador?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ensino fundamental incompleto | <input type="checkbox"/> Ensino fundamental completo |
| <input type="checkbox"/> Ensino médio incompleto | <input type="checkbox"/> Ensino médio completo |
| <input type="checkbox"/> Ensino técnico incompleto | <input type="checkbox"/> Ensino técnico completo |
| <input type="checkbox"/> Ensino superior incompleto | <input type="checkbox"/> Ensino superior completo |

Com qual frequência o pulverizador é revisado?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1 vez por ano | <input type="checkbox"/> Cada 2 anos |
| <input type="checkbox"/> Mais de 2 anos | <input type="checkbox"/> Nunca foi feita |

Quem faz a manutenção do pulverizador?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Próprio operador | <input type="checkbox"/> Agência autorizada |
| <input type="checkbox"/> Mecânico | <input type="checkbox"/> Nunca foi feita |

Quais partes são revisadas?

- | | |
|--|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Pontas | <input type="checkbox"/> Bomba |
| <input type="checkbox"/> Reservatório de calda | <input type="checkbox"/> Barras |
| <input type="checkbox"/> Manômetro | <input type="checkbox"/> Filtros |
| <input type="checkbox"/> Mangueiras | <input type="checkbox"/> Conexões |

Com qual frequência é feita a calibração do pulverizador?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> A cada aplicação | <input type="checkbox"/> 1 vez por mês |
| <input type="checkbox"/> 1 vez por ano | <input type="checkbox"/> Nunca |

Utiliza o manômetro para regular o pulverizador?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não? Por quê? _____ |
| <input type="checkbox"/> Não sabe usar | <input type="checkbox"/> O mesmo está estragado |

Qual procedimento utiliza para regular o pulverizador?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Proveta e fórmula | <input type="checkbox"/> Copo medidor |
| <input type="checkbox"/> Peso min^{-1} | <input type="checkbox"/> Medida empírica |

Os agrotóxicos registrados causam danos ao meio ambiente?**() Não () Sim, quais?** Solo Animais Água Nenhum deles**Normativa Regulamentadora - NR-31****Recebeu algum tipo de orientação ou treinamento sobre o manuseio e aplicação de agrotóxicos?** Não Sim. Qual órgão? _____ Quantas horas? _____**Recebeu algum tipo de treinamento ou orientação para armazenar agrotóxicos?** Não Sim. Qual órgão? _____ Quantas horas? _____**a) conhecimento das formas de exposição direta e indireta aos agrotóxicos?** Não Sim**b) conhecimento dos sintomas de intoxicação e medidas de primeiros socorros?** Não Sim**c) uso equipamentos de proteção individual?** Não Sim

- O mesmo é disponibilizado pelo proprietário? Não Sim

- Recebeu algum tipo de orientação sobre o uso correto do EPI? Não Sim

- Após o uso do EPI o mesmo é descontaminado?

Não Sim, quem? _____

- Manejo de agrotóxicos por menores de 18 anos? Não Sim

- Manejo de agrotóxicos por maiores de 60 anos? Não Sim

- Durante a aplicação alguma pessoa entra na área tratada? Não Sim

- Após a aplicação de agrotóxicos quanto tempo leva para entrar na área que foi aplicada?

...continuação

Fonte de Água

Açude Barragem Rio/sanga/arroio Poço artesiano/caixa d'água

Lavagem do pulverizador: Não Sim, número vezes ao ano: _____

Utiliza algum produto para a lavagem: Não Sim, qual: _____

Onde lava o pulverizador? _____

APÊNDICE F – FORMULÁRIO UTILIZADO NAS INSPEÇÕES



PROJETO DE INSPEÇÃO DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS LABORATÓRIO DE AGROTECNOLOGIA - AGROTEC / UFSM



Proprietário: _____ Município: _____
 Data: ___/___/___ Pulverizador nº: _____ Marca: _____
 Modelo: _____ Depósito: _____ (L) Ano de fabricação: _____
 Ano de aquisição: _____ Área atendida (ha): _____ Ponto GPS: _____
 Cultura(s): _____ Horas/Ano: _____ Comprimento das barras: _____ (m)
 Número de seções: _____ Acoplamento: _____
 Ponta em uso: _____ Nº de pontas: _____ Trator: _____
 Modelo: _____ Ano: _____ Horas de uso: _____

1. Elementos de proteção e segurança

Mecanismo de proteção da junta cardânica: () Bom estado () Danificado () Ausente () Não se aplica
 Proteção de correias e polias: () Bom estado () Danificado () Ausente () Não se aplica
 Proteção do eixo livre da bomba: () Bom estado () Danificado () Ausente () Não se aplica
 Reservatório de água limpa: () Bom estado () Danificado () Ausente () Bom C/ Resíduos

2. Vazamentos em conexões ou partes - Estático (número de pontos)

	Gotejamento	Contínuo		Gotejamento	Contínuo	Total	
<i>Bomba</i>			<i>Bicos</i>			Gotejamento	Contínuo
<i>Depósito</i>			<i>Circ. Hidráulico</i>				

3. Depósito

Restos de produtos parte interna: () Presente () Ausente
 Restos de produtos parte externa: () Presente () Ausente
 Fechamento da tampa: () Correto () Danificado () Tampa ausente
 Indicador de nível da calda: () Legível () Illegível () Ausente
 Incorporador de produto: () Presente () Ausente () Danificado
 Orifício de sucção: () Correto () Incorreto () Danificado **Até 20 mm.**
 Lavagem de embalagens sob pressão: () Correto () Danificado () Ausente
 Compensador de pressão: () Presente () Ausente
 Registro para drenar a calda: () Presente () Ausente
 Válvula Anti-Retorno: () Presente () Ausente () Não se aplica

...continuação

Água limpa para lavagem das embalagens: () Bom estado () Danificado () Ausente

4. Manômetro

Tipo: () Analógico () Digital () Ausente

Visível ao operador: () Sim () Não Nível de glicerina: () 0 () 1/4 () 1/2 () 3/4 () 1/1

Escala (min. a cada 0,2 bar): () Adequada () Inadequada Legibilidade: () Adequada () Inadequada

Pressão utilizada () Diâmetro mínimo de 63 mm? () Adequado () Inadequado, qual? _____

Regulador: () Adequado () Inadequado Tolerância de +/- 10% na variação da pressão após desligar e ligar.

Válvula de acionamento da pulverização: () Adequada () Inadequada () Ausente

4.1. Teste de bancada

Precisão: () Adequada () Inadequada

Tolerância de +/- 0,2 bar (<2 bar) e +/- 10% (>2 bar).

Pressão bar – Manômetro Precisão	Ascendente		Descendente	
	Pressão bar	Erro (%) – máx. 10%	Pressão bar	Erro (%) – máx. 10%
1				
2				
3				
4				
5				
6				
	Erro médio (%)		Erro médio (%)	
	Erro total (%)			

5. Conservação de filtros:

Filtro de abastecimento: () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos () Não se aplica

Filtro do reservatório: () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

Filtro da bomba: () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

Filtro de linha: 1- () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

2- () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

3- () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

4- () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

5- () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

6- () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

7- () Bom estado () Danificado () Ausente () Limpo () Resíduos

...continuação

Filtro de ponta: () Presente () Ausente () Resíduos **Avaliar na tabela ao final do documento.**

Registro para limpeza do filtro: () Bom estado () Danificado

6. Barras

Estabilidade: () Sem defeito () Leve () Grave

Simetria: () Sem defeito () Leve () Grave

Posicionamento das mangueiras: () Sem defeito () Grave

Sistema de segurança: () Sem defeito () Grave

Espaçamento dos bicos: () Sem defeito () Grave **Dif. de no máx. +/- 5% Tab. Final Doc.**

Uniformidade da barra:

Vertical (cm): Alt. Esq.:_____ Alt. Centro.:_____ Alt. Dir.:_____

() Adequada () Inadequada **Dif. máx. +/- 10cm ou 0,5% larg. de trab.**

Horizontal (cm): Esquerda:_____ Direita:_____

() Adequada () Inadequada **Dif. máx. +/- 2,5% larg. de trab.**

Proteção das pontas externas () Sem defeito () Leve () Ausente () Não se aplica **P/ Barra > 10m**

Ajuste de altura: () Sem defeito () Leve () Grave () Ausente

Amortecimento e estabilização: () Sem defeito () Leve () Grave () Ausente

7. Pontas

Uniformidade visual: () Sem defeito () Grave

Antigotejo: () Sem defeito () Grave () Ausente **Máx. 5" de gotejo após deslig.**

Ângulo: () Sem defeito () Grave () Não se aplica **Ângulo máx. de 10°**

Distribuição transversal: () Sem defeito () Grave **Mesa de distribuição excel**

Vazão: () Sem defeito () Grave

Tolerância: +/- 10% para pontas com vazão maior ou igual a 1 L/min na máx. pressão.

+/- 15% para pontas com vazão menor a 1 L/min na máx. pressão.

8. **Volume teórico:** _____ L ha⁻¹ **Volume real:** _____ L ha⁻¹ () Adequado () Inadequado

Fluxômetro. Vazão teórica: _____ L min⁻¹ **Vazão real:** _____ L min⁻¹ () Adequada () Inadequada

Tolerância: +/- 5% para ambos os itens.

9. Verificação no trator:

Posto de operação: () Cabinado () Plataformado () Acavalado () EPCC () Sem EPCC

Tacômetro: () Bom estado () Danificado () Ausente **Rot. tacômetro:** _____ rpm **Rot. TDP:** _____ rpm

Acel. Manual: () Bom estado () Danificado () Ausente **Veloc. operação:** _____ km h⁻¹ **Motor:** _____ rpm

...continuação

10. Vazamentos em conexões ou partes - Dinâmico (número de pontos)

	Gotejamento	Contínuo		Gotejamento	Contínuo	Total	
						Gotejamento	Contínuo
Bomba			Bicos				
Depósito			Circ. Hidráulico				
Deposição em partes do pulverizador (mangueiras, barra)							

11. Bomba – Vazão nominal _____ (L min⁻¹) Vazão real _____ (L min⁻¹) Tolerância (10%)

() Adequada () Inadequada

Agitador de calda: () Presente () Ausente

Tipo: () Hidráulico () Mecânico

Pulsações: () Sem defeito () Grave Tolerância de +/- 0,2 bar (<2 bar) e +/- 10% (>2 bar).

Pressão Req. (Bar)	Leitura Mínima	Diferença (%)	Leitura Máxima	Diferença (%)
Diferença média (%)				

Óleo Lubrificante: () Dentro do nível () Fora do Nível () Sem visor de nível () Última troca (hs)

Queda de pressão: () Sem defeito () Grave Não exceder 10% ao final de cada seção

Seção	Pressão máx. (Bar) da ponta	Pressão Final Seção	Diferença (%)
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
		Diferença média (%)	

...continuação

Variação de pressão com seções fechadas: () Sem defeito () Grave

Obs. Fechar uma a uma e Não exceder 10%

Seção	Pressão Req. (Bar)	Pressão 10"após fechar a Seção	Diferença (%)
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
Diferença média (%)			

Variação de pressão com pulverização desligada: () Sem defeito () Grave

Obs. Desligar pulverização e Não exceder 10%

Pressão Req. (Bar)	Pressão 10"após desligar pulv.	Diferença (%)

Distribuição de pressão: () Sem defeito () Grave

Não exceder 10%

Seção	Pressão máx. (Bar) da ponta	Pressão Início Seção	Diferença (%)	Pressão Final Seção	Diferença (%)
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
Diferença média (%)				Diferença média (%)	
Diferença total (%)					

...continuação 12. Avaliação de bicos e pontas (Esquerda para a direita, considerando o posto de operação)

Tipo de pontas (C/L) ()	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Espaçamento (cm) ()	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Erro espac (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Filtro das Pontas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Ângulo das pontas (máx. 10°) () Ñ aplica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Erro ângulo (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Válvula antigotejo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Esp. incorretos			Vazão média (L min ⁻¹)								Pontas reprovadas				Ponta Nova: (L min ⁻¹)															

Para avaliação dos filtros das pontas, utilizar: (B) – bom estado; (D) – danificado; (A) ausente + (L) – limpo; (R) – resíduos.

13.Observações:

APÊNDICE G – ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO DOS PULVERIZADORES



Projeto de Inspeção de Pulverizadores Agrícolas - PIPA



NÚMERO PULVERIZADOR:				
	ITENS	AVALIAÇÃO		VALOR
1	SEGURANÇA			
1.1	Mecanismo de proteção da junta cardânica	BOM ESTADO	▼	0,15
1.2	Proteção de correias e polias	BOM ESTADO	▼	0,05
1.3	Proteção do eixo livre da bomba	CORRETO	▼	0,05
1.4	Reservatório de água limpa para lavar as mãos	BOM ESTADO	▼	0,05
1.5	Vazamento dinâmico	AUSENTE	▼	0,05
1.6	Vazamento estático	AUSENTE	▼	0,05
2	EQUIPAMENTOS			
2.1	Depósito			
2.1.1	Restos de produtos parte interna	NÃO	▼	0,003
2.1.2	Restos de produtos parte externa	NÃO	▼	0,003
2.1.3	Fechamento da tampa	CORRETO	▼	0,004
2.1.4	Indicador de nível da calda	LEGÍVEL	▼	0,007
2.1.5	Incorporador de produto	SIM	▼	0,007
2.1.6	Orifício de sucção	CORRETO	▼	0,003
2.1.7	Lavagem de embalagens	CORRETO	▼	0,007
2.1.8	Compensador de pressão	NÃO	▼	0,000
2.1.9	Registro para drenar a calda	SIM	▼	0,003
2.1.10	Válvula Anti-Retorno	SIM	▼	0,003
2.1.11	Água limpa para lavagem das embalagens	BOM ESTADO	▼	0,007
2.2.	Manômetro			
2.2.1	Visível ao operador	SIM	▼	0,005
2.2.2	Escala	ADEQUADA	▼	0,012
2.2.3	Regulador	ADEQUADO	▼	0,006
2.2.4	Valvula de acionamento da pulverização	SEM DEFEITO	▼	0,012
2.2.5	Nível de glicerina	1	▼	0,0090
2.2.6	Legibilidade	SEM DEFEITO	▼	0,009
2.2.7	Diâmetro mínimo de 63 mm	SIM	▼	0,005
2.2.8	Bancada	SEM DEFEITO	▼	0,012
2.3	Filtros			
2.3.1	Filtro de abastecimento	BOM ESTADO	▼	0,006
2.3.2	Filtro do reservatório	BOM ESTADO	▼	0,006
2.3.3	Filtro da bomba	BOM ESTADO	▼	0,008
2.3.4	Filtro de linha	BOM ESTADO	▼	0,010
2.3.5	Filtro da ponta	SIM	▼	0,010
2.3.6	Registro para limpeza dos filtros	EM FUNCIONAMENTO	▼	0,010
2.4	Barras			
2.4.1	Estabilidade	SEM DEFEITO	▼	0,0030
2.4.2	Simetria	SEM DEFEITO	▼	0,0030
2.4.3	Posicionamento das mangueiras	GRAVE	▼	0,0000
2.4.4	Sistema de segurança	SEM DEFEITO	▼	0,0040

...continuação

2.4.5	Espaçamento dos bicos	SEM DEFEITO	▼	0,0080
2.4.6	Uniformidade da barra vertical	ATENDE	▼	0,0040
2.4.7	Uniformidade da barra horizontal	ATENDE	▼	0,0040
2.4.8	Proteção das pontas externas	AUSENTE	▼	0,0000
2.4.9	Ajuste de altura	SEM DEFEITO	▼	0,0030
2.4.10	Amortecimento e estabilização	SEM DEFEITO	▼	0,0040
2.5	Pontas			
2.5.1	Uniformidade visual	SEM DEFEITO	▼	0,01
2.5.2	Válvula antigotejo	SEM DEFEITO	▼	0,01
2.5.3	Ângulo de ranhura	SEM DEFEITO	▼	0,01
2.5.4	Distribuição transversal	SEM DEFEITO	▼	0,02
2.5.5	Vazão	SEM DEFEITO	▼	0,02
2.6	Bomba			
2.6.1	Vazão da bomba	ADEQUADA	▼	0,0120
2.6.2	Agitador de calda	PRESENTE	▼	0,0025
2.6.3	Pulsção da pressão	ADEQUADO	▼	0,0050
2.6.4	Óleo lubrificante	DENTRO DO NÍVEL	▼	0,0025
2.6.5	Queda de pressão	SEM DEFEITO	▼	0,0120
2.6.6	Varição de pressão com seções fechadas	SEM DEFEITO	▼	0,0120
2.6.7	Varição de pressão com pulverização desligada	SEM DEFEITO	▼	0,0120
2.6.8	Distribuição da pressão	SEM DEFEITO	▼	0,0120
3	OPERAÇÃO			
3.1	Volume teórico	ADEQUADO	▼	0,15
3.2	Tacômetro	BOM ESTADO	▼	0,05
3.3	Aceleração manual	BOM ESTADO	▼	0,05
#EquipeNEMA	RESULTADO	TOTAL		0,9900
	CONFORME	%		99%
		PIPA		

APÊNDICE H – ESTRATIFICAÇÃO DO PERCENTUAL ATRIBUÍDO AOS ITENS QUE COMPÕEM O ÍNDICE PIPA

(continua)

	Itens	Avaliação	Classificação (%)
1	Segurança		
1.1	Mecanismo de proteção da junta cardânica	Bom estado	15,00
		Danificado	0,00
		Ausente	0,00
		Não se aplica	15,00
1.2	Proteção de correias e polias	Bom estado	5,00
		Danificado	0,00
		Ausente	0,00
		Não se aplica	5,00
1.3	Proteção do eixo livre da bomba	Bom estado	5,00
		Danificado	0,00
		Ausente	0,00
		Não se aplica	5,00
1.4	Reservatório de água limpa para lavagem das mãos	Bom estado	5,00
		Danificado	0,00
		Ausente	0,00
		Resíduo externo	3,00
1.5	Vazamento dinâmico	Presente	0,00
		Ausente	5,00
1.6	Vazamento estático	Presente	0,00
		Ausente	5,00
2	Equipamentos		
2.1	Reservatório		
2.1.1	Restos de produtos na parte interna	Presente	0,00
		Ausente	0,30
2.1.2	Restos de produtos na parte externa	Presente	0,00
		Ausente	0,30
2.1.3	Fechamento da tampa	Correto	0,40
		Danificado	0,00

(continuação)

		Tampa ausente	0,00
2.1.4	Indicador de nível de calda	Legível	0,70
		Ilegível	0,00
		Ausente	0,00
2.1.5	Incorporador de produto	Presente	0,70
		Ausente	0,00
		Danificado	0,30
2.1.6	Orifício de sucção	Correto	0,30
		Incorreto	0,00
		Danificado	0,00
2.1.7	Lavagem das embalagens sob pressão	Correto	0,70
		Danificado	0,30
		Ausente	0,00
2.1.8	Compensador de pressão	Presente	0,30
		Ausente	0,00
2.1.9	Registro para drenar a calda	Presente	0,30
		Ausente	0,00
2.1.10	Válvula anti-retorno	Presente	0,30
		Ausente	0,00
		Não se aplica	0,30
2.1.11	Água limpa para lavagem das embalagens	Bom estado	0,70
		Danificado	0,00
		Ausente	0,00
2.2	Manômetro		
2.2.1	Visível ao operador	Sim	0,50
		Não	0,00
2.2.2	Escala	Adequada	1,20
		Inadequada	0,00
2.2.3	Regulador de pressão	Adequado	0,60
		Inadequado	0,00
2.2.4	Válvula de acionamento da pulverização	Adequada	1,20
		Inadequada	0,00

(continuação)

		Ausente	0,00
2.2.5	Nível de glicerina	Adequado	0,90
		Inadequado	0,00
2.2.6	Legibilidade do manômetro	Adequada	0,90
		Inadequada	0,00
2.2.7	Diâmetro mínimo	Adequado	0,50
		Inadequado	0,00
2.2.8	Teste de bancada - precisão	Adequada	1,20
		Inadequada	0,00
2.3	Filtros		
2.3.1	Filtro de abastecimento	Bom estado	0,60
		Danificado ou resíduo	0,10
		Ausente	0,00
		Não de aplica	0,60
2.3.2	Filtro do reservatório	Bom estado	0,60
		Danificado ou resíduo	0,10
		Ausente	0,00
2.3.3	Filtro da bomba	Bom estado	0,80
		Danificado ou resíduo	0,10
		Ausente	0,00
2.3.4	Filtro de linha	Bom estado	1,00
		Danificado ou resíduo	0,10
		Ausente	0,00
2.3.5	Filtro da ponta	Bom estado	1,00
		Danificado ou resíduo	0,00
		Ausente	0,00
2.3.6	Registro para limpeza do filtro	Bom estado	1,00
		Danificado	0,00
2.4	Barra de pulverização		
2.4.1	Estabilidade	Sem defeito	0,30
		Leve	0,15
		Grave	0,00

(continuação)

2.4.2	Simetria	Sem defeito	0,30
		Leve	0,15
		Grave	0,00
2.4.3	Posicionamento das mangueiras	Sem defeito	0,40
		Grave	0,00
2.4.4	Sistema de segurança	Sem defeito	0,40
		Grave	0,00
2.4.5	Espaçamento dos bicos	Sem defeito	0,80
		Grave	0,00
2.4.6	Uniformidade vertical da barra	Adequada	0,40
		Inadequada	0,00
2.4.7	Uniformidade horizontal da barra	Adequada	0,40
		Inadequada	0,00
2.4.8	Proteção das pontas externas	Sem defeito	0,30
		Leve	0,15
		Ausente	0,00
		Não se aplica	0,30
2.4.9	Ajuste de altura da barra	Sem defeito	0,30
		Leve	0,15
		Grave	0,00
		Ausente	0,00
2.4.10	Amortecimento e estabilização	Sem defeito	0,40
		Leve	0,26
		Grave	0,13
		Ausente	0,00
2.5	Pontas de pulverização		
2.5.1	Uniformidade visual	Sem defeito	1,00
		Grave	0,00
2.5.2	Válvula antigotejo	Sem defeito	1,00
		Grave	0,00
		Ausente	0,00
2.5.3	Ângulo de ranhura	Sem defeito	1,00

(continuação)

		Grave	0,00
		Não se aplica	1,00
2.5.4	Distribuição transversal	Sem defeito	2,00
		Grave	0,00
2.5.5	Vazão das pontas	Sem defeito	2,00
		Grave	0,00
2.6	Bomba de pulverização		
2.6.1	Vazão da bomba	Adequada	1,20
		Inadequada	0,00
2.6.2	Agitador de calda	Presente	0,25
		Ausente	0,00
2.6.3	Pulsção na pressão	Sem defeito	0,50
		Grave	0,00
2.6.4	Óleo lubrificante	Dentro do nível	0,25
		Fora do nível	0,00
		Sem visor de nível	0,00
2.6.5	Queda de pressão	Sem defeito	1,20
		Grave	0,00
2.6.6	Variação da pressão com as seções fechadas	Sem defeito	1,20
		Grave	0,00
2.6.7	Variação da pressão com a pulverização desligada	Sem defeito	1,20
		Grave	0,00
2.6.8	Distribuição da pressão	Sem defeito	1,20
		Grave	0,00
3	Operação		
3.1	Volume teórico ou fluxômetro	Adequado	15,00
		Inadequado	0,00
3.2	Tacômetro	Bom estado	5,00
		Danificado	0,00
		Ausente	0,00
3.3	Acelerador manual	Bom estado	5,00
		Danificado	0,00

			(conclusão)
		Ausente	0,00
Total			100,00

APÊNDICE I – ETIQUETAS DE CLASSIFICAÇÃO DOS PULVERIZADORES

Diâmetro: 100 mm.

Cor: Verde.

Aplicação: Pulverizadores em conformidade com a Norma ISO 16122.

Tiragem: 20 unidades.



... continuação

Diâmetro: 100 mm.

Cor: Amarelo.

Aplicação: Pulverizadores em conformidade parcial com a Norma ISO 16122.

Tiragem: 30 unidades.



...continuação

Diâmetro: 100 mm.

Cor: Vermelho.

Aplicação: Pulverizadores em desconformidade com a Norma ISO 16122.

Tiragem: 50 unidades.



VITA

Alfran Tellechea Martini é filho de Ovidio Pinto Martini e Monica Tellechea Martini, nascido em 17 de outubro de 1988, no município de Uruguaiana, Rio Grande do Sul. No ano de 2007 ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui, em Itaqui/RS, onde recebeu o título de Engenheiro Agrônomo em 2011. Durante a graduação foi estagiário e bolsista de iniciação científica, também realizou estágio na empresa Safra – Projetos Planejamentos Agropecuários, na área de planejamento agrícola e consultoria técnica a produtores rurais, realizando estágio ainda na empresa Reis e Passamani Comércio e Aviação Agrícola LTDA na área de comercialização e aplicação de agrotóxicos e fertilizantes, bem como, na empresa Schroder Consultoria onde desenvolveu atividades de assistência técnica, cursos e treinamentos a produtores rurais e empresas de aviação agrícola, desenvolvendo também pesquisas em tecnologia de aplicação. Durante a graduação trabalhou em área comercial de produção de arroz irrigado no departamento técnico e planejamento. Em 2012, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, em Pelotas/RS. Em 2014, iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria/RS.